

Efectividad de la realidad virtual en el entrenamiento del balance para la
prevención de caídas del adulto mayor: Revisión sistemática

Presentado por:

Héctor Sebastián Calderón Erazo

Eduardo José Calderón Ortiz

Katherine López Cruces

Lizeth Alejandra Martínez Montilla

Universidad del Valle

Facultad de Salud

Escuela de Rehabilitación Humana

Programa académico de Fisioterapia

Cali

2019

Efectividad de la realidad virtual en el entrenamiento del balance para la
prevención de caídas del adulto mayor: Revisión sistemática

Presentado por:

Héctor Sebastián Calderón Erazo

Eduardo José Calderón Ortiz

Katherine López Cruces

Lizeth Alejandra Martínez Montilla

Asesoras: Gloria Patricia Arango Hoyos Ft MSc

Lessby Gomez Salazar Ft MSc PhD

Asesor Metodológico: Herney Andrés García Perdomo MD MSc EdD PhD

Universidad del Valle

Facultad de Salud

Escuela de Rehabilitación Humana

Programa académico de Fisioterapia

Cali

2019

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	13
2. MARCO REFERENCIAL	16
2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 MARCO TEÓRICO	20
2.3 MARCO CONCEPTUAL	24
3. OBJETIVOS	33
3.1 OBJETIVO GENERAL	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4. METODOLOGÍA	34
4.1 TIPO DE ESTUDIO	34
4.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD	34
4.2.1 Comparaciones	34
4.2.2 Desenlace primario	35
4.2.3 Desenlace secundario	35
4.2.4 Tiempo	35

4.2.5 Idiomas	36
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	36
4.4 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA	36
4.5 SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS	38
4.6 PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS	39
4.7 ELEMENTOS DE LOS DATOS	39
4.8 RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS INDIVIDUALES	39
4.9 ANÁLISIS ADICIONALES	40
4.10 ASPECTOS ÉTICOS	40
5. RESULTADOS	41
5.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS	41
5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS	42
5.3 RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS	45
5.4 RIESGO DE SESGO ENTRE LOS ESTUDIOS	46
5.5 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS	48
5.5.1 Comparación de tratamiento con realidad virtual con otras intervenciones	48
5.5.2 Duración de las intervenciones	49
5.5.3 Condición de salud	50
5.5.4 Síntesis de los resultados	50

6.DISCUSIÓN	55
6.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	55
6.1.1 Resumen de los principales hallazgos	55
6.1.2 Efectos de las intervenciones	56
6.1.3 Implicaciones prácticas	59
7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	62
9. REFERENCIAS	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. El movimiento: individuo, la tarea y el entorno.

Figura 2. Continuidad de la función física entre los adultos mayores.

Figura 3. Intervenciones para la prevención de caídas.

Figura 4. Diagrama de flujo: selección de estudios.

Figura 5. Riesgo de sesgo en los estudios.

Figura 6. Riesgo de sesgo entre los estudios.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características de los estudios

Tabla 2: Resultados de los estudios

Tabla 3: Resumen de los principales resultados de los estudios seleccionados

RESUMEN

INTRODUCCIÓN:

Las caídas en adultos mayores pueden estar relacionadas con pérdida de la funcionalidad y discapacidad, la rehabilitación física se convierte en un servicio de gran importancia para esta población, por su relevancia en la reincorporación al entorno y la recuperación del máximo de las capacidades del individuo. En la actualidad, el enfoque de atención hace énfasis no sólo en rehabilitación de las personas que han sufrido una caída, sino también en la prevención de las mismas, siendo la realidad virtual una estrategia muy empleada para el entrenamiento del balance.

OBJETIVO: Determinar la efectividad de la realidad virtual en el entrenamiento de balance para la prevención de caídas del adulto mayor.

METODOLOGÍA: Se realizó una revisión sistemática, siguiendo la metodología del Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. Se llevó a cabo la búsqueda en bases de datos como MEDLINE (OVID), EMBASE, LILACS, Pedro, el Registro Central de Ensayos Controlados de Cochrane (CENTRAL), Google scholar y CLINICAL TRIALS, desde el inicio de cada base de datos, hasta julio de 2019. Criterios de inclusión: Estudios con diseños experimentales, cohorte y cuasi-experimentales, que su población fuera adultos mayores, y que realicen entrenamiento de balance asociado al uso de realidad virtual para la prevención de caídas.

RESULTADOS: Los estudios reportan mejoras estadísticamente significativas en términos de balance tanto para realidad virtual como para otras terapias (convencional y no convencional). Los efectos y beneficios que se adquieren con el uso de realidad virtual se obtienen a partir de la cuarta semana de intervención habiendo mejoras significativas en el equilibrio e índice de caídas, continuando hasta la semana 16 donde los resultados alcanzan la significancia estadística.

CONCLUSIONES: Existen efectos clínicos estadísticamente significativos del uso de la realidad virtual en adultos mayores para mejorar su balance. Los beneficios presentados por los estudios, no solo se relacionan al balance sino a la disminución del miedo a caer, el tiempo de reacción, marcha, capacidad física, independencia en el desarrollo de las actividades de la vida diaria, fuerza muscular incluso calidad de vida.

Palabras Clave: Aged/elderly/older adult, Virtual Reality Exposure Therapy/virtual reality.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se evidencia un aumento progresivo de la población, especialmente el grupo de adultos mayores, lo que representa para el país un desafío en políticas sociales y de recursos⁽¹⁾. En Colombia, se consideran adultos mayores mujeres y hombres que tienen sesenta años o más (o mayores de cincuenta años si son poblaciones de riesgo, por ejemplo, indigentes o indígenas)⁽²⁾. En la última década la población de Colombia ha sufrido un aumento exponencial pasando de 41'468.384 de habitantes en 2005 a 49'834.240 de habitantes en la actualidad, de los cuales, 11% (5'970.956) de la población es mayor de 65 años⁽³⁾.

El aumento de la población adulta mayor genera un fuerte impacto social y económico en los sistemas socio sanitarios, el cual, podría mejorarse disminuyendo la dependencia funcional causada no sólo por las enfermedades crónicas, sino también por eventos comunes en esta etapa de la vida, como lo son las caídas⁽⁴⁾, los cuales traen consigo consecuencias notables en cuestiones de discapacidad e incapacidad funcional, por esta razón es importante plantearse la forma de mantener la independencia y autonomía de esta población, expresada en la realización de sus actividades básicas e instrumentales de la vida diaria y su independencia funcional⁽⁵⁾.

Las caídas son un evento adverso que ocurre a cualquier edad y por diferentes circunstancias. En el adulto mayor, están influenciadas por múltiples factores y

pueden acarrear consecuencias graves a quien las padece como: daños, fracturas, alargamiento del período de hospitalización, aumento de los costos asistenciales, y en casos más extremos puede ocasionar la muerte de la persona⁽⁵⁾.

El conocimiento del riesgo a caer es una herramienta importante para identificar la probabilidad que tiene una persona de sufrir este evento adverso, cuanto más riesgo tenga un adulto mayor a caer, aumentará su posibilidad de sufrir una caída y mayores serán las consecuencias de la misma, tanto en aspectos físicos como sociales y psicológicos. Otro beneficio de conocer el riesgo de un adulto mayor a caer y quizás el más trascendental, es el de poder tomar las medidas de prevención necesarias, indispensables para lograr conservar su funcionalidad e independencia⁽⁶⁾.

Las caídas configuraron la principal causa de muerte accidental en el adulto mayor⁽⁷⁾. Es por ello que en la actualidad se están desarrollando diferentes estrategias encaminadas a la prevención de las caídas en esta población, entre ellas podemos encontrar programas de intervención multidisciplinarios bien sea en la población en general o de manera individualizada, que van desde intervenciones basadas en comunidad, realización de ejercicios, programas domiciliarios, uso de tecnologías, prescripción farmacológica, mantenimiento de la actividad física, adaptaciones al entorno y educación a paciente y cuidador.

El entrenamiento del balance es una buena opción para mitigar y prevenir el riesgo a caer que se genera debido a esos cambios relacionados con la edad en los sistemas sensorio motor y neuromuscular, los cuales afectan negativamente el rendimiento del control postural y del equilibrio tanto estática como dinámicamente, llevando al adulto mayor a grandes limitaciones en la movilidad, disminución funcional e incluso al cuidado dependiente, reduciendo significativamente la calidad de vida y aumentando el riesgo de muerte prematura⁽⁸⁾.

Este estudio analiza la evidencia acerca del uso de la RV para el entrenamiento de balance en el adulto mayor, mediante una búsqueda sistematizada de la misma para así poder determinar a través de ella si dicha intervención es efectiva para disminuir el riesgo a caer en esta población, de tal manera que se pueda sugerir su uso como una estrategia confiable en la prevención de caídas en pro de evitar la discapacidad y aumentar la funcionalidad en el adulto mayor.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Actualmente, el aumento exponencial de la población adulto mayor es uno de los retos globales más importantes en materia de salud pública⁽⁹⁾. En Colombia el 63.12% de la población adulta vive en Cundinamarca (318.757), Antioquia (818.096) y Valle del Cauca (609.176), concentrándose la mayoría de ellos en las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali⁽³⁾. Las caídas son uno de los cuatro síndromes geriátricos con mayor prevalencia en el adulto mayor, que incrementan la morbilidad y la mortalidad, a la vez que disminuyen la funcionalidad; aproximadamente el 5% de las caídas lleva a hospitalización y el 40% de las admisiones a instituciones geriátricas son por esta causa⁽⁹⁾.

En Colombia, el 52% de las mujeres y el 23% de los hombres mayores de 60 años que presentan una lesión por trauma y violencia, fueron debidos a caídas⁽⁴⁾, durante el año 2007 las mayores tasas de muerte y de lesiones accidentales se encontraron en el grupo de 80 años y más (26 por 100.000 habitantes), seguido por el grupo de 75 a 79 años (19 por 100.000).⁽⁷⁾ Las fracturas, traumas craneoencefálicos, contusiones, entre otros, son consecuencias directas de las caídas; a nivel funcional, se asocian a la disminución del equilibrio y la fuerza muscular, generando dependencia; a su vez el síndrome post-caída, es una de las consecuencias psicológicas que se produce luego de sufrir este evento, el cual se materializa en miedo e inseguridad; y a nivel económico, la dependencia que produce genera un aumento de los costos socio sanitarios⁽⁴⁾. Este panorama obliga a todo el personal

de salud a trabajar en favor de promover la independencia funcional de los adultos mayores además de evitar los eventos incapacitantes⁽⁷⁾.

Teniendo en cuenta que las caídas en adultos mayores están relacionadas con pérdida de la funcionalidad y discapacidad, la fisioterapia se convierte en un servicio de gran importancia para esta población, generando programas de prevención de caídas diseñados para mejorar el equilibrio mediante el incremento de la fuerza, la resistencia, la flexibilidad, la capacidad aeróbica y la función⁽¹⁰⁾. además por su relevancia en la reincorporación al entorno y la recuperación del máximo de las capacidades físicas del individuo que ha sufrido alguna lesión o enfermedad⁽¹¹⁾, ya que en ella se tratan las alteraciones del equilibrio, la estabilidad, la fuerza muscular y de los reflejos tendinosos que son importantes predictores de caída en el adulto mayor⁽¹²⁾.

Recientemente se está haciendo uso de la RV como una estrategia para la prevención de caídas, ya que con ella se hace énfasis en el entrenamiento del equilibrio, como se evidencia en la investigación de Tsang W. Et al. En 2016⁽¹²⁾ donde se realizó un estudio de comparación del entrenamiento de equilibrio utilizando Wii Fit con el entrenamiento de equilibrio convencional en un grupo de adultos mayores, RV simula las actividades de la vida diaria mediante la presentación de una ilusión de visión de tres dimensiones y la retroalimentación visual y auditiva directa, generando una respuesta positiva en la mejora del equilibrio y mostrando una alta efectividad en la prevención de caídas. Teniendo en cuenta

lo anterior, es importante reconocer que la fisioterapia en el adulto mayor no solo debe ser dirigida a aliviar el dolor, aumentar la fuerza y coordinación muscular o la amplitud articular, también debe enfocarse en mejorar la estabilidad, para lo cual se puede hacer uso de ayudas tecnológicas que contribuyen al logro de los objetivos terapéuticos y además de esto incrementa la adherencia de los pacientes al tratamiento⁽¹²⁾. De ahí la importancia que se analice la evidencia científica sobre las intervenciones en las cuales se hace uso la RV relacionada al entrenamiento del balance para la prevención de riesgo de caídas en esta población.

La Universidad del Valle cuenta con un Servicio de Rehabilitación Humana (SERH) el cual a la fecha está implementando un programa de prevención de caídas en el adulto mayor, además existe un proyecto desde la facultad de ingeniería que tiene como finalidad desarrollar una plataforma de tele- rehabilitación en prevención de caídas y desde el grupo de investigación de la misma se están desarrollando dispositivos y juegos que incorporan la RV, encaminada a apoyar el ejercicio terapéutico; es por ello que se realizó una revisión sistemática en la cual se tuvo en cuenta la mejor evidencia disponible con el propósito de que ésta sea un insumo bibliográfico que sirva tanto de base para la realización de estos proyectos como también para la escogencia de las estrategias que se podrían utilizar en el servicio de rehabilitación; existen revisiones que han analizado el efecto de la RV en el entrenamiento de balance, sin embargo aún no se había realizado una que permitiera determinar la validez de este entrenamiento asociado a la prevención de caídas, es por ello que este documento tiene la intención de responder a la

pregunta: ¿Cuál es la efectividad de la RV en el entrenamiento del balance para la prevención de caídas del adulto mayor, según lo evidenciado en las publicaciones científicas?.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

El movimiento en la vida del adulto mayor es vital dado que todos sus sistemas corporales funcionan con mayor eficacia cuando está activo. La pérdida de movilidad y equilibrio indica alto riesgo para la salud del individuo. La salud en el adulto mayor, se mide en término de capacidad funcional (funcionalmente activo). Uno de los requisitos más importantes para un envejecimiento satisfactorio, es la preservación de la marcha, pues los trastornos, en este sentido, limitan la actividad por la pérdida de una deambulación independiente, aumentando la morbilidad y dependencia, factor que contribuye a la institucionalización e ingreso a hogares geriátricos⁽¹³⁾.

La elevada prevalencia de la inestabilidad postural y las caídas en el adulto mayor, representan un riesgo importante para fracturas y están asociadas al aumento de la mortalidad. Las caídas son más frecuentes en mujeres, aunque conforme avanzan los años, tienden a igualarse con los hombres, como principal complicación se destaca la limitación funcional y psicológica resultante del miedo de caer⁽¹³⁾.

López et al. en 2015 realizaron un ensayo clínico aleatorizado con ciego simple, en un grupo de 34 adultos mayores, mediante un entrenamiento sobre superficies inestables con y sin trabajo de fuerza durante ocho semanas, para determinar los efectos en el equilibrio, utilizando pruebas funcionales como “Up and Go”, “Arm Curl” y “Chair test”. Los autores concluyeron que ambas intervenciones mejoran el equilibrio y la velocidad de la marcha sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, lo que puede llevar a una disminución del riesgo de caída en esta población, sin embargo, esta hipótesis deberá ser corroborada ya que se basa en otros estudios⁽¹⁴⁾.

En 2015, Burton et al. realizaron una revisión sistemática con metaanálisis para determinar la efectividad de los programas de ejercicios en la reducción de caídas en adultos mayores con demencia, para lo cual, revisaron bases de datos como Medline, CINAHL, PubMed, PsycInfo, EMBASE y Scopus. Las intervenciones realizadas en los estudios tuvieron una variación en tiempo, intensidad, muestra, medidas de resultado y tipo de intervención utilizada, determinando que los programas de ejercicio disminuyen las caídas en la población mencionada, sin embargo debido a la variabilidad de los test se debe tener precaución en su realización ya que no se pueden unificar los resultados⁽¹⁵⁾.

Tsang et al. en el 2016 realizaron un ensayo clínico aleatorizado con 79 adultos mayores con el objetivo de comparar el entrenamiento del equilibrio mediante Wii Fit frente al entrenamiento de equilibrio convencional. Cada grupo recibió tres

sesiones de 1 hora de entrenamiento por semana durante 6 semanas. El estudio muestra que el entrenamiento de equilibrio Wii Fit fue más efectivo porque puede mejorar la gestión de la prevención de caídas en adultos mayores en comparación con el entrenamiento de equilibrio convencional y además, utilizar la plataforma Wii Fit puede mejorar la puntuación de estabilidad de adultos mayores institucionalizados y frágiles con un historial de caída⁽¹²⁾ .

Shier et al. en 2016 realizaron una revisión sistemática descriptiva de ensayos clínicos controlados para la prevención de caídas en adultos mayores. La revisión mostró que entre los estudios hubo variabilidad en la duración del tratamiento, la ubicación del mismo y las intervenciones realizadas (convencionales y no convencionales), sin embargo, el estudio concluyó que ambas intervenciones, tanto convencionales como no convencionales fueron efectivas para prevenir caídas⁽¹⁶⁾.

Neri et al. en el 2017 realizaron una revisión sistemática y un metanálisis con el objetivo de resumir la evidencia sobre la efectividad de los juegos de RV y la terapia convencional o la no intervención para la prevención de caídas en los adultos mayores. Buscaron en las bases de datos como Web of Science, EMBASE, PUBMED, CINAHL, LILACS, SPORTDiscus, Cochrane Library, Scopus, SciELO, PEDro. Veintiocho estudios se incluyeron en la revisión además seis estudios fueron incluidos en el metanálisis demostrando en ambos que los juegos de realidad virtual mejoraron significativamente la movilidad y el equilibrio en comparación con las intervenciones convencionales y sin tratamiento. Sin embargo, debido al alto riesgo

de sesgo y la gran variabilidad de los protocolos de intervención, la evidencia no es concluyente⁽¹⁷⁾.

Chalapud et al. en 2017 realizaron un estudio cuasi experimental, de corte longitudinal a 57 adultos mayores, para determinar la efectividad de un programa de actividad física de cuatro meses en el equilibrio y la fuerza de esta población. El estudio concluyó que la actividad física es efectiva para mejorar el equilibrio y la fuerza muscular de miembros inferiores, también es un instrumento adecuado para conservar la funcionalidad y la autonomía de las personas de la tercera edad, además los autores sugieren las alianzas de cooperación entre los profesionales de la salud y educadores físicos para trabajar en pro de las personas de la tercera edad por medio de la actividad física⁽¹⁸⁾.

En 2018, Coelho de Amorim et al. realizaron una revisión sistemática para resumir los efectos de las intervenciones mediante RV en la rehabilitación del equilibrio en los adultos mayores. Los estudios se identificaron en las bases de datos PubMed, SciELO, LILACS y PEDro. Se realizó un metanálisis de efectos aleatorios y se evaluó el equilibrio mediante la escala de equilibrio de Berg y la prueba Timed Up and Go (TUG). Diez artículos cumplieron con los criterios de inclusión, que presentaron variabilidad en relación con los tipos de intervenciones utilizadas y los resultados analizados. Hubo resultados positivos en relación con las mejoras en el equilibrio dinámico y estático, movilidad, flexibilidad, marcha y prevención de caídas. Individualmente, la RV es prometedora en los programas de rehabilitación para

personas mayores. Las medidas generales fueron suficientes para mostrar los efectos beneficiosos de la terapia sobre el equilibrio en los ancianos⁽¹⁹⁾.

2.2 MARCO TEÓRICO

A lo largo del tiempo los fisioterapeutas se han ganado el título de fisiólogos del movimiento, esto se debe a que se dedican gran parte de su tiempo a la capacitación y atención de pacientes con problemas de control motor, siendo uno de los causantes de trastornos del movimiento funcional. Las estrategias terapéuticas están dirigidas y diseñadas para mejorar la calidad y la cantidad de posturas y movimientos esenciales para un correcto funcionamiento corporal, por lo tanto comprender el control motor y específicamente la naturaleza del movimiento es esencial para una práctica clínica correcta⁽²⁰⁾.

El movimiento surge de la interacción de tres factores: el individuo, la tarea y el entorno. El individuo genera movimiento para satisfacer las demandas de la tarea que se realiza en un entorno específico. La capacidad del individuo para cumplir con las tareas interactivas y las demandas ambientales determina la capacidad funcional de la persona. Si el control motor se centra sólo en los procesos dentro del individuo sin tener en cuenta el entorno en el que se mueve o la tarea que se está realizando se producirá una imagen incompleta⁽²⁰⁾.

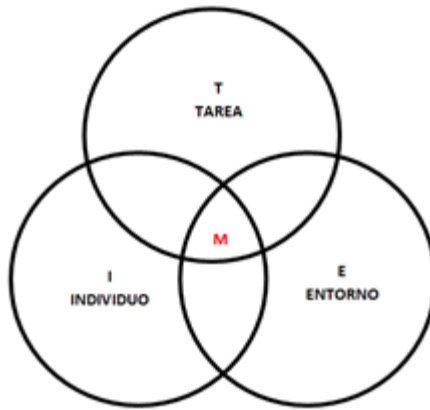


Figura 1. Movimiento: individuo, la tarea y el entorno. Fuente: Shumway-Cook, Marjorie H. Woollacott PD. MOTOR CONTROL. Theory and practical applications. Williams & Wilkins [Internet]. 1995; (capítulo 1):3–18.

Ahora bien, muchos factores afectan a los adultos mayores con respecto a su condición salud y movilidad, los cuales contribuyen a las enormes diferencias en las habilidades encontradas entre ellos. Los cambios que se dan relacionados con la edad en los sistemas biológicos pueden ser muchos, como por ejemplo la pérdida de fuerza, disminución de la densidad ósea o pérdida de la propiocepción. Los cuales contribuyen a una mayor inestabilidad de los adultos mayores, afectando tanto su control motor como su control postural⁽²⁰⁾ .

Muchos estudios han examinado el proceso de envejecimiento y han mostrado una disminución en varios procesos sensoriales y motores, como resultado de lo anterior surge la necesidad de crear varios modelos de explicación del envejecimiento, dividiéndose en 2 categorías generales:

- ❖ La primera se centra en teorías que incluyen las causas internas del envejecimiento y el concepto de que la duración de la vida está determinada

genéticamente, con el tiempo los niveles óptimos de funcionamiento con el que nacemos se debilitan, hasta que falla en algún momento específico.

- ❖ La segunda categoría se centra principalmente en las causas externas. En esta teoría la vida útil será indefinida sin los daños por los factores ambientales, como la radiación, los contaminantes, las bacterias, los virus, las toxinas, y los daños catastróficos que se producen al organismo afectando progresivamente su condición⁽²⁰⁾.

Teniendo en cuenta la complejidad del proceso de envejecimiento y su repercusión en la funcionalidad de la persona, también se tiene que analizar un aspecto importante, el cual es la heterogeneidad de los adultos mayores, es decir que la capacidad funcional entre estos casi siempre está determinada entre adultos con o sin patologías. Esta variabilidad nos recuerda que es importante no asumir que la disminución física se produce en todos los adultos mayores. Spirduso (1995) describió muy bien este continuo de función entre los adultos mayores⁽²⁰⁾.

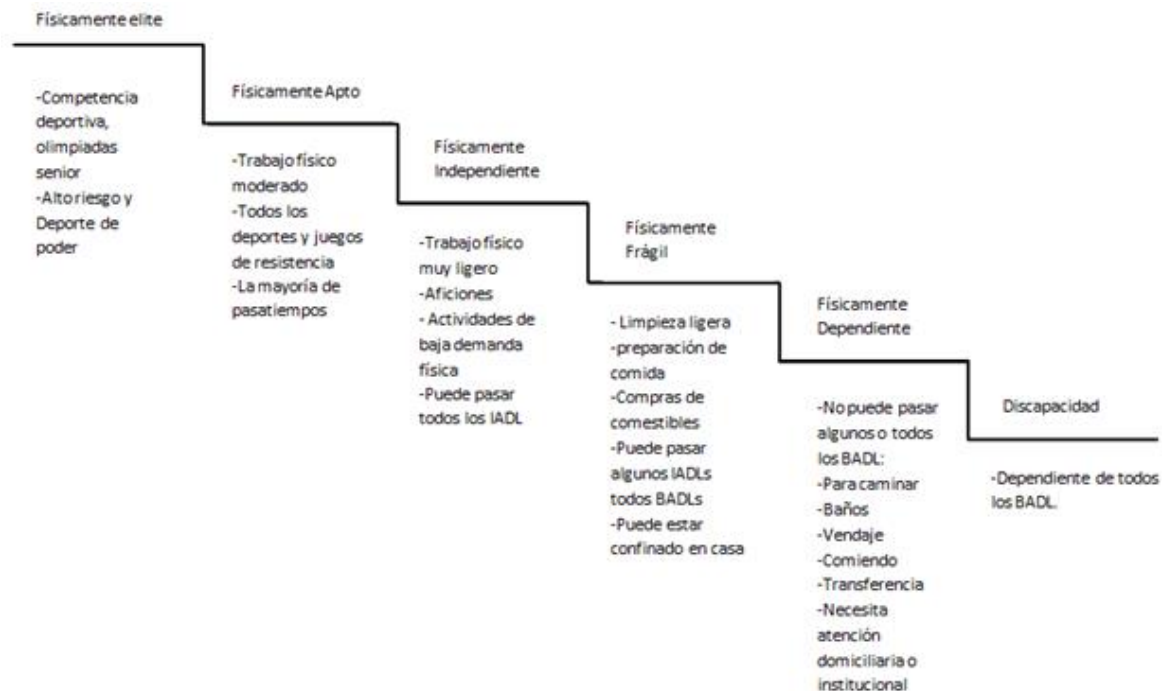


Figura 2. Continuidad de la función física entre los adultos mayores. Fuente: Shumway-Cook, Marjorie H. Woollacott PD.

MOTOR CONTROL. Theory and practical applications. Williams & Wilkins [Internet]. 1995;(capítulo 1):3–18

Ahora bien, las caídas podrían ser catalogadas como resultado del proceso de envejecimiento el cual produce pérdida de agudeza visual, reflejos lentos, alteración de la marcha, poco control motor y postural, y en conclusión pérdida de funcionalidad⁽²⁰⁾, dichas caídas acarrearán muchos problemas para la persona quien las padece, y sus familiares, pero pueden ser mitigados con un abordaje terapéutico específico, el cual se centre en el tratamiento de los principales déficits de la población de adultos mayores.

Las caídas son una de las principales causas de muerte en adultos mayores, éstas se presentan en mayor frecuencia a medida que el proceso de envejecimiento se

va haciendo más notorio. Estudios previos han determinado factores intrínsecos de las caídas como los fisiológicos, musculoesqueléticos o psicosociales. ⁽²⁰⁾ .

La RV y su novedosa forma de intervención de diversas patologías del ser humano, se sitúan en un escalón importante en las opciones de tratamiento para el grupo poblacional de adultos mayores. Esta forma de intervención basada en tecnología aumenta la adherencia al tratamiento en esta población, además de detectar el riesgo de caídas, permitiendo también la autoevaluación y disminución de costos, además logra una mejoría en la calidad y efectividad de la atención brindada, lo cual permite al paciente tener más consciencia de su situación de salud y apoderarse de su tratamiento⁽²¹⁾.

De acuerdo a esto la RV es un método de intervención terapéutica nuevo basado en tecnología que se puede emplear para tratar diversas condiciones de la población adulta mayor, por lo cual es importante que se caracterice las intervenciones que se desarrollan con esta, además de determinar el efecto que su uso tiene en el balance y su asociación al riesgo a caer.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Considerando que el proceso de envejecimiento es una etapa normal e inevitable en ciclo de la vida, es indispensable conocer los cambios que se desarrollan en este proceso para así comprender los factores que permiten modificar el curso natural de esta transición biológica. Uno de los grandes desafíos que se presentan en este proceso de envejecimiento son las caídas y el riesgo que ellas representan, por esta razón la comprensión de este evento y sus distintas manifestaciones son cruciales para prevenirlas.

En esta sección se elabora una revisión bibliográfica de los conceptos generales a partir de los cuales se sustenta el análisis del uso de la RV para la prevención de caídas en el adulto mayor. Los conceptos a considerar son: adulto mayor, riesgo de caídas, factor de riesgo de caídas, caídas, balance postural, intervenciones para la prevención de caídas, RV, terapia de exposición mediante la RV, RV en la prevención de caídas en el adulto mayor, revisión sistemática y por último, la declaración PRISMA.

Adulto mayor: El envejecimiento es un proceso natural, heterogéneo, intrínseco e irreversible de todos los seres humanos, los cuales atraviesan por cambios de deterioro biológicos y psicológico ⁽²²⁾. Un adulto mayor es aquella persona que posee 60 años o más de edad (o mayores de 50 años si son poblaciones de riesgo, por ejemplo, indigentes o indígenas). Esta edad puede parecer joven en países donde la población goza de un adecuado nivel de vida y por lo tanto de salud, sin embargo, en los países en desarrollo una persona de 60 años puede ser vieja y reflejar

condiciones de vida que han limitado un envejecimiento saludable. Este límite de edad es reconocido y usado por Naciones Unidas para referirse a las edades avanzadas⁽²³⁾.

Riesgo de caídas: El riesgo es definido como la probabilidad de que un resultado (generalmente) desfavorable como lo pueden ser las enfermedades, lesiones o muerte ocurra bajo determinadas circunstancias dentro de un período de tiempo establecido, en este caso se hace referencia a la probabilidad de que una caída se presente asociada a factores intrínsecos y extrínsecos relacionadas con la edad⁽²⁴⁾.

Factores de riesgo de caídas: Un factor de riesgo es cualquier característica o circunstancia detectable de una persona o grupo de personas asociada con la probabilidad de estar especialmente expuesta a desarrollar o padecer un proceso mórbido. Sus características se asocian a un cierto tipo de daño a la salud y pueden estar localizados en individuos, familias, comunidades y el ambiente⁽²⁵⁾.

Con respecto a los factores de riesgo de caídas se plantean dos tipos de factores que predisponen las caídas en los adultos mayores; primero los factores intrínsecos: alteración del equilibrio, debilidad muscular, mareo/vértigo, dificultad para caminar, entre otros; segundo los factores extrínsecos: pisos resbaladizos, pisos irregulares o huecos, escalones altos y/o desnivel del piso, objetos en el piso, tapetes sueltos, entre otros. Este insumo es importante para saber en qué aspectos enfocar las intervenciones que permitan prevenir las caídas en los adultos mayores⁽⁵⁾ .

Caídas: Se considera la caída como una precipitación al suelo, repentina, involuntaria e insospechada, con o sin lesión secundaria y se diagnostica cuando se presentan dos o más en un año, o cuando se producen con alguna complicación ocasionada por esta, y se asocian generalmente a un conjunto de síndromes geriátricos, que cuando se presentan en personas mayores de 65 años adquieren una especial importancia en el aumento de las complicaciones osteomusculares y en la pérdida de funcionalidad, además de un alto riesgo de hospitalización⁽²⁶⁾.

Balance postural: Es una habilidad compleja basada en la interacción de procesos dinámicos sensorio-motores, los dos objetivos funcionales principales del comportamiento postural que lo componen son la orientación postural y el equilibrio postural. Con respecto a la orientación postural, implica la alineación activa del tronco y la cabeza con respecto a la gravedad, las superficies de apoyo, el entorno visual y las referencias internas, en cuanto a el equilibrio postural, implica la coordinación de estrategias de movimiento para estabilizar el centro de la masa corporal durante perturbaciones de estabilidad auto-iniciadas y activadas externamente⁽²⁷⁾.

Inestabilidad: sensación de desequilibrio o pérdida del balance que es percibida primariamente en los miembros inferiores, especialmente cuando se está de pie o caminando y que cede al sentarse o al acostarse⁽²⁸⁾.

Es por ello que la percepción y el control de la orientación, así como también el movimiento corporal en el espacio se consiguen mediante un sistema en el que participan simultáneamente estímulos aferentes de tres fuentes: la visión, el órgano vestibular del oído interno y los sensores musculares, articulares y cutáneos que aportan una información somatosensorial o “propioceptiva” sobre el movimiento del cuerpo y el contacto físico con el medio ambiente. La combinación de toda esta información se integra en el sistema nervioso central, donde se generan las acciones apropiadas para restaurar y mantener el equilibrio, la coordinación y el bienestar. La descompensación de cualquier parte del sistema puede provocar malestar, vértigo e inestabilidad, causantes de síntomas y/o caídas⁽²⁹⁾.

Intervenciones para la prevención de caídas: Se han realizado estudios donde se evidencian que las investigaciones en cuanto a prevención de caídas se han centrado en cinco categorías principales: los ejercicios (supervisados y no supervisados), la evaluación del riesgo de caídas, la evaluación en casa/equipos de asistencia, las intervenciones de educación y las intervenciones basadas en tecnología⁽²¹⁾ tal y como se muestra en la figura 3 .

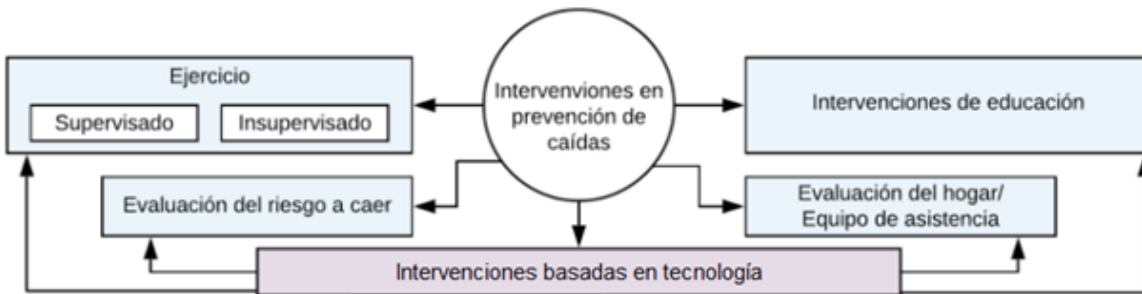


Figura 3. Intervenciones para la prevención de caídas. Fuente: Hamm J, Money AG, Atwal A, Paraskevopoulos I. Fall prevention intervention technologies: A conceptual framework and survey of the state of the art. J Biomed Inform [Internet]. 2016;59:319–45

Para la elaboración de esta revisión, se tuvo en cuenta las intervenciones basadas en tecnología, las cuales han demostrado mayor adherencia al tratamiento, además de detectar el riesgo de caídas, permitiendo también la autoevaluación y disminución de los costos, por lo cual, sirve como herramienta para reducir la carga del sistema de salud, al tiempo que mejoran la calidad y efectividad de la atención brindada.⁽²¹⁾.

Realidad virtual (RV): Se entiende como aquella tecnología computarizada que proporciona *feedback* sensorial artificial, en un formato en que el paciente obtiene experiencias similares a actividades y eventos que acontecen en la vida real. Proporciona un aprendizaje motor en las tres dimensiones del espacio, correspondiente al movimiento que se realiza en el mundo real⁽³⁰⁾.

Las características que definen a los sistemas de RV son la interacción y la inmersión. La interacción con el sistema se consigue a través de diversos canales multi sensoriales (vista, oído, tacto e incluso olfato) y la inmersión se considera el grado en que la persona se siente envuelto en el entorno virtual. Ambas características definen el «grado de presencia» que es la sensación de «estar allí». Se necesita un elevado grado de presencia para conseguir manipular los procesos cognitivos que intervienen en el control motor, por tanto, se obtendrá mayor compromiso del usuario con el sistema cuanto más inmersivo sea el mismo⁽³⁰⁾.

Terapia de exposición mediante la RV: Es una técnica que permite la exposición no solo a estímulos concretos sino a contextos, incrementando la validez ecológica y facilitando la generalización de lo aprendido a su vida cotidiana. La exposición mediante RV también permite adaptar los parámetros de la situación, estimular las características específicas de cada paciente y al ritmo de avance de cada uno. Se trata de una tecnología flexible, no sujeta a las limitaciones de espacio y tiempo propias de la exposición en vivo, posibilita la retroalimentación inmediata del terapeuta y permite poner en práctica estrategias de afrontamiento⁽²⁶⁾.

RV en la prevención de caídas en el adulto mayor: Producto del envejecimiento, los procesos cognitivos y el sistema somato motor del ser humano comienzan a deteriorarse progresivamente, por lo tanto, las acciones posturales que se ejecutan para mantener el equilibrio se vuelven ineficaces. Es por ello que el uso de RV permite simular tareas cotidianas con una alta precisión y evitar los peligros

asociados a las mismas, manteniendo la independencia de los adultos mayores. Además, diversos estudios han demostrado que el entrenamiento mediante este tipo de intervención, tiene un efecto positivo sobre el mejoramiento de la masa muscular, el control y confianza en el equilibrio, la confianza en la caminata, disminuyendo el miedo a caer y mitigando la ansiedad durante la rehabilitación. Debido a lo anterior, se considera que el uso de la RV es un método que posee un elevado potencial para desarrollar sistemas enfocados en el diagnóstico, entrenamiento y rehabilitación de la población que presenta riesgo y/o antecedentes de caída ⁽²⁷⁾.

Revisión Sistemática: Una revisión sistemática (SR) es una evaluación clara y explícita de la literatura, derivada de una pregunta de investigación claramente articulada, junto con un análisis crítico y de acuerdo con diferentes herramientas y un resumen de la evidencia. Si los investigadores encuentran datos claros y homogéneos, entonces es posible realizar un metaanálisis (MA)⁽³¹⁾.

De acuerdo con Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 del Centro Cochrane Iberoamericano se consideran varias etapas para la realización de una revisión sistemática, estas son⁽³²⁾:

- Formular la pregunta de la revisión y desarrollar los criterios para incluir los estudios
- La búsqueda de estudios

- Selección de los estudios y obtención de los datos
- Evaluación del riesgo de sesgo en los estudios incluidos
- Análisis de los datos y realización de los metanálisis
- Análisis del sesgo de informe
- Presentación de los resultados y las tablas ‘resumen de los resultados’
- Interpretación de los resultados y obtención de las conclusiones

Declaración PRISMA: Es una guía de publicación de la investigación diseñada para mejorar la integridad del informe de revisiones sistemáticas y metaanálisis. La difusión e implantación de la declaración PRISMA parece indicar mejoras en la calidad de la publicación de los métodos y resultados de las revisiones sistemáticas y los metaanálisis⁽³³⁾.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad de la realidad virtual para el entrenamiento del balance en la prevención de caídas del adulto mayor.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características de las intervenciones de balance basadas en realidad virtual para la prevención de caídas en el adulto mayor.
- Estimar los efectos de las intervenciones de balance basadas en RV para prevención de caídas en el adulto mayor.

4. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Estudio planteado con una metodología de revisión sistemática utilizando el marco de Cochrane descrito con detalle en el Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 del Centro Cochrane Iberoamericano⁽³²⁾.

4.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

- **Diseños de estudios:** Se incluyeron diseños experimentales, estudios de cohorte y estudios cuasi-experimentales.
- **Participantes:** Estudios que incluyeran adultos mayores, entendidos en Colombia como mujeres y hombres que tienen sesenta años o más, con o sin patologías de base.
- **Intervención:** Entrenamiento de balance asociado al uso de RV para la prevención de caídas.

4.2.1 Comparaciones

Se realizó una comparación de la RV para el entrenamiento de balance frente a la terapia física convencional (entrenamiento de fuerza, capacidad aeróbica, movilidad

funcional, etc.), terapia física no convencional (Thai chi, hidroterapia, hipoterapia, etc.) y ejercicios convencionales de balance.

4.2.2 Desenlace primario

Balance: Se define como la capacidad de controlar el centro de masa en relación a la base de soporte⁽²⁴⁾ y es medido usualmente a través de Test como lo son: escala Tinetti modificada (POMA), Berg Balance Scale (BBS), Test Time Up and Go (TUG), equilibrio estático (UST) y escala de equilibrio de actividad específica (ABC-6).

4.2.3 Desenlace secundario

Riesgo de caída: Se definió como el aumento de la susceptibilidad a las caídas que pueden causar algún daño físico⁽²⁵⁾. La disminución o aumento del riesgo a caer es medido usualmente a través de Test como lo son: evaluación del perfil fisiológico (PPA), evaluación del perfil fisiológico forma corta (PPA z), escala de eficacia de caídas modificada (MFES), escala de eficiencia de caídas (FES) y el índice del riesgo de caída (Fall Risk Index).

4.2.4 Tiempo

Para todos los resultados, los estudios debían tener al menos 4 semanas de intervención para ser incluidos en la revisión, de tal manera que se pueda realizar un seguimiento pertinente para el análisis.

4.2.5 Idiomas

Se incluyeron estudios en todos los idiomas

4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

La búsqueda bibliográfica se realizó de acuerdo con lo recomendado por Cochrane. Se usaron encabezados de materia médica (MeSh), lenguaje de Emtree, Decs y palabras de texto relacionadas.

Se buscó en bases de datos como MEDLINE (OVID), EMBASE, LILACS y el Registro Central de Ensayos Controlados de Cochrane (CENTRAL) desde el inicio de cada base de datos hasta Julio de 2019. Para garantizar la saturación de la literatura, se buscaron las referencias de los artículos relevantes identificados a través de la búsqueda, conferencias, bases de datos de tesis, Google scholar, CLINICAL TRIALS, entre otros. No hubo necesidad de comunicarse con los autores por correo electrónico dado que la información que se encontró fue suficiente para la realización de ésta revisión.

4.4 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

Medline (Ovid)

(exp aged or elderly.mp or (elderly adj2 frai*).mp or (Functionally-Impaired Elderly).mp or (frail older adult*).mp) AND (exp Virtual Reality Exposure Therapy or exp virtual reality or (virtual adj2 reality).mp or (virtual reality therap*).mp or (Educational Virtual Realit*).mp or (instructional virtual realit*).mp) AND (randomized controlled trial.pt or controlled clinical trial.pt or randomized.ab or placebo.ab or randomly.ab or trial.ab or (clinical adj2 trial).mp or (randomi*ed adj2 controlled adj2 trial).mp or exp double-blind method or clinical trial.pt or exp Non-Randomized Controlled Trials or (quasi adj2 experiment*).mp or exp cohort studies or cohort*.mp)

Central (Ovid)

(exp aged or elderly.mp or (elderly adj2 frai*).mp or (Functionally-Impaired Elderly).mp or (frail older adult*).mp) AND (exp Virtual Reality Exposure Therapy or exp virtual reality or (virtual adj2 reality).mp or (virtual reality therap*).mp or (Educational Virtual Realit*).mp or (instructional virtual realit*).mp)

Embase (scopus)

TITLE-ABS-KEY ("aged" or "elderly" or "elderly frai*" or "Functionally-Impaired Elderly" or "frail older adult*") AND TITLE-ABS-KEY ("Virtual Reality Exposure Therapy" or "virtual reality" or "virtual reality" or "virtual reality therap*" or "Educational Virtual Realit*" or "instructional virtual realit*") AND TITLE-ABS-KEY ("randomized controlled trial" or "controlled clinical trial" or randomized or placebo or

randomly or trial or “clinical trial” or “double-blind method” or “Non-Randomized Controlled Trials” or “quasi experiment*” or “cohort stud*” or “cohort*”)

LILACS

tw:((tw:(elderly)) AND (tw:(virtual reality exposure therapy))) AND
(instance:"regional") AND (mj:("Terapia de Exposición Mediante Realidad Virtual"
OR "Balance Postural" OR "Enfermedad de Parkinson" OR "Terapia por Ejercicio"
OR "Interfaz Usuario-Computador") AND type_of_study:("clinical_trials" OR
"case_control" OR "cohort") AND clinical_aspect:("therapy") AND limit:("aged"))

Google scholar

((("elderly") AND ("virtual reality exposure therapy") AND("cohort studies" OR
"randomized controlled trial") OR (" double-blind method"))

CLINICAL TRIALS

(Completed, Terminated Studies | Interventional Studies | virtual reality exposure
therapy OR virtual reality | Older Adult)

4.5 SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Dos investigadores revisaron cada referencia por título y resumen. Luego, analizaron textos completos de estudios relevantes, aplicaron criterios de inclusión pre especificados y finalmente extrajeron los datos. Los desacuerdos se resolvieron por consenso y cuando el desacuerdo no pudo resolverse, un tercer revisor resolvió el conflicto.

4.6 PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS

Dos revisores capacitados que utilizaron un formulario estandarizado extrajeron los datos de forma independiente.

4.7 ELEMENTOS DE LOS DATOS

De cada artículo se obtuvo la siguiente información: diseño del estudio, ubicación geográfica, nombre de los autores, título, objetivos, criterios de inclusión y exclusión, número de pacientes incluidos, pérdidas durante el seguimiento, calendario, definiciones de los resultados, resultados y medidas de asociación y fuente de financiación.

4.8 RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS INDIVIDUALES

La evaluación del riesgo de sesgo para cada estudio se realizó utilizando la herramienta de la Colaboración Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo, que

abarca: generación de secuencias, ocultación de la asignación, cegamiento, datos de resultados incompletos, informes selectivos y otros sesgos. Dos investigadores independientes evaluaron el posible riesgo de sesgo a partir de la información extraída, calificada como de "alto riesgo", "de bajo riesgo" o "riesgo incierto". Se calculó la representación gráfica del sesgo potencial utilizando RevMan 5.3.

4.9 ANÁLISIS ADICIONALES

No se realizó análisis cuantitativo debido a la heterogeneidad clínica evidenciada en los resultados.

4.10 ASPECTOS ÉTICOS

De acuerdo a la Resolución nº 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio De Salud, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, el estudio se clasificó como un estudio sin riesgo ya que no se emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y tampoco se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio⁽³⁴⁾.

Cabe mencionar que las revisiones sistemáticas no requieren aval de comité de ética, sin embargo, se cumplió con el requisito solicitando un aval expedito al comité de ética de la Universidad del Valle.

5. RESULTADOS

5.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Se encontraron un total de 2.235 artículos, de los cuales solo se eligieron 10 estudios después de haber realizado dos tamizajes con sus respectivos filtros (criterios de inclusión) y de excluir aquellos artículos que no cumplieran con el texto completo y libre para su lectura y también aquellos que estuvieran duplicados (Duque 2013⁽³⁵⁾; Fu 2015⁽³⁶⁾; Gschwind 2014⁽³⁷⁾; Ku 2018⁽³⁸⁾; Lai 2013⁽³⁹⁾; Mirelman 2016⁽⁴⁰⁾; Panassol 2017⁽⁴¹⁾; Pluchino 2012⁽⁴²⁾; Singh 2011⁽⁴³⁾; Singh 2012⁽⁴⁴⁾) tal y como se muestra en la Figura 4.

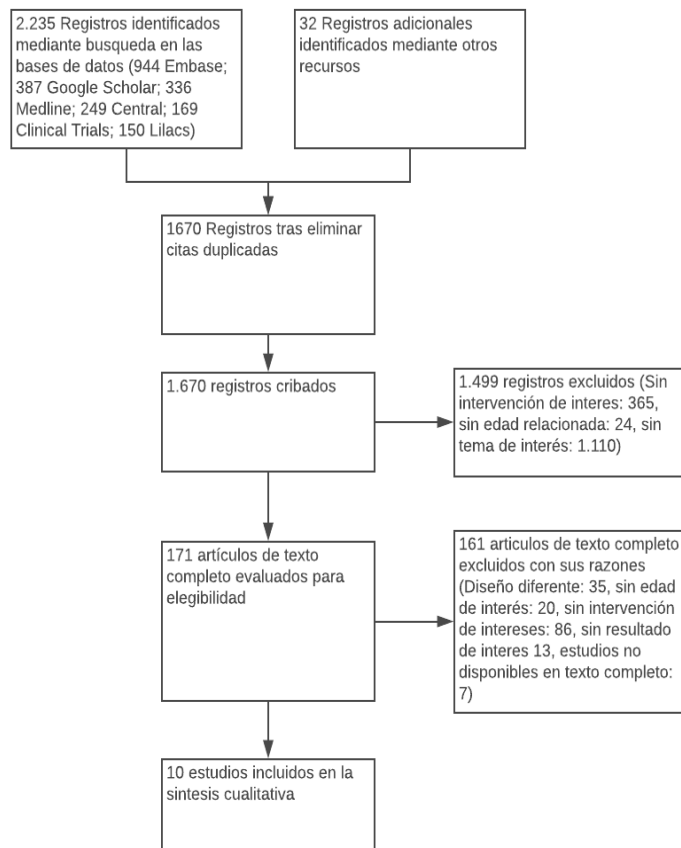


Figura 4. Diagrama de flujo: selección de estudios. Fuente: Diseño propio

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS:

A continuación, se hará una descripción detallada acerca de las características sociodemográficas de las poblaciones encontradas en los estudios, también se mencionará el tipo y duración de intervención más relevante dentro de los estudios y por último los instrumentos de medición utilizados.

Los estudios incluidos en esta revisión tuvieron la característica común de ser ensayos clínicos controlados aleatorizados. Los criterios de exclusión comunes entre los artículos seleccionados, fueron: Nivel de deterioro cognitivo severo (Ku, Lai, Panassol, Pluchino, Singh, Singh, Mirelman, Fu, Gschwind, Duque), problemas visuales severos (Ku, Lai, Panassol, Singh, Singh, Fu, Duque), impedimentos vestibulares (Pluchino 2012, Sigh 2011 y 2012), enfermedad cardiovascular no controlada (Ku, Lai, Pluchino, Fu, Gschwind), si no podían caminar sin ayuda (Lai, Duque), si tuvieran un hipotensión ortostática (Panassol, Pluchino), habilidades lingüísticas insuficientes para comprender los procedimientos (Gschwind, Duque), tomaban antipsicóticos o antidepresivos que pueden afectar su equilibrio (Ku, Pluchino, Singh, Singh).

El tamaño de las poblaciones en los estudios varió de 16 a 282 participantes (Panassol 2017; Pluchino 2012 respectivamente), el tamaño promedio de la muestra fue de 74.7 participantes, para un total de 747 participantes analizados en todos estudios, de estos, 415 (55.55%) fueron mujeres y 332 (44.44%) fueron hombres.

Respecto a la condición de salud de los participantes, seis de los diez artículos seleccionados (Ku 2018, Lai 2013, Mirelman 2016, Panassol 2017, Singh 2011 y 2012) (60%) realizaron intervenciones con adultos mayores sin informar enfermedades específicas (sanos), tres artículos (Fu 2015, Gschwind 2015, Pluchino 2012) (30%) realizaron intervenciones en adultos mayores con comorbilidades y/o antecedentes de caídas; y por último, un artículo (Duque 2013) (10%) describió en su población adultos mayores con déficit de equilibrio.

En cuanto al tipo de realidad virtual utilizado se observó una mayor tendencia por la plataforma Wii Fit Nintendo, usada en cinco de los diez estudios seleccionados (Fu 2015, Panassol 2017, Pluchino 2012, Singh 2011 y 2012) (50%); en los demás, se usaron sistemas de realidad virtual independientes, tales como el Sistema tridimensional de realidad aumentada interactiva (3D-ARS) a través de una pantalla y un kinect de Microsoft que se usó en el estudio realizado por Ku 2018 (10%); también se usó un sistema de realidad virtual sobre cinta de correr mediante una cámara de captura de movimiento y una simulación generada (V-Time) por computadora proyectada en una pantalla grande en el estudio realizado por Mirelman 2016 (10%); un sistema iStoppFalls a través de un televisor y un kinect de Microsoft usado en el estudio realizado por Gschwind 2015 (10%); una unidad de rehabilitación de equilibrio (BRU) usada en el artículo realizado por Duque 2013 (10%); y por último, el sistema Xavix Measured Step System (XMSS) usado por el estudio que realizó Lai 2013 (10%). La duración total de la intervención con realidad

virtual varió de 4 (Ku 2018) a 16 (Gschwind 2015) semanas, con una media de 7.2 semanas. A excepción del estudio de Gschwind 2015 que midió la duración del tratamiento en minutos por semana, quienes estimaron un total 3000 minutos aproximadamente como duración esperada del tratamiento, con 180 minutos de entrenamiento de equilibrio y fuerza por semana.

Todos los artículos midieron la duración total del tratamiento en minutos por semana además la frecuencia en sesiones por semana y minutos por sesión, de estos, el número total de sesiones varió de 12 (Duque 2013, Fu 2015, Singh 2011 y 2012) a 18 (Fu 2015, Lai 2013, Mirelman 2016) sesiones, con una media de 14.88 sesiones; La duración total de tratamiento varió de 360 (Duque 2013, Ku 2018) a 1080 (Fu 2015) minutos, con una media de 696.66 minutos; La frecuencia de la intervención varió 2 (Duque 2013, Panassol 2017, Pluchino 2012, Singh 2012 y 2011) a 3 (Ku 2018, Fu 2015, Lai 2013, Mirelman 2016) sesiones por semana, con una media de 2,44 sesiones por semana; El tiempo de cada sesión varió de 30 (Duque 2013, Ku 2018, Lai 2013) a 60 (Ku 2018, Panassol 2017, Singh 2011 y 2012) minutos, con una media de 46.66 minutos por sesión.

Los principales instrumentos para medir los resultados fueron: La escala Time Up and Go (TUG) (50%, N=5) (Gschwind 2015, Ku 2018, Lai 2013, Panassol 2017, Pluchino 2012); la escala de evaluación del perfil fisiológico (PPA) (40%, N=4) (Fu 2015, Gschwind 2015, Singh 2011 y 2012); La escala de equilibrio de Berg (BBS) (20%, N=2) (Ku 2018, Lai 2013); La escala de evaluación de la Capacidad de

Marcha (FAC) (20%, N=2) (Fu 2015, Ku 2018); La escala de eficacia de caídas (FES) (20%, N=2) (Lai 2013, Panassol 2017); La escala de equilibrio de actividad específica (ABC-6) (20%, N=2) (Singh 2011 y 2012), y el cuestionario de calidad de vida (SF-36) (10%, N=1) (Mirelman 2016).

De los diez estudios seleccionados: seis estudios 60% (Fu 2015, Ku 2018, Lai 2013, Mirelman 2016, Singh 2011 y 2012) se realizaron en el continente asiático, dos (20%) (Panassol 2017, Pluchino 2012) fueron realizados en América, uno de los cuales (Panassol 2017) fue hecho en Latinoamérica (Brasil) y dos estudios (20%) (Duque 2013, Gschwind 2015) fueron realizados en Oceanía.

Finalmente, en la tabla 1 se plasman las características de los artículos seleccionados en esta revisión sistemática relacionadas con los aspectos sociodemográficos de los participantes, las intervenciones realizadas, las medidas de resultado utilizadas y además las conclusiones de cada estudio.

5.3 RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS:

Como resultado de la evaluación de riesgo de sesgo, se encontró que todos los estudios (Duque 2013, Fu 2015, Gschwind 2015, Ku 2018, Lai 2013, Mirelman 2016, Panassol 2017, Pluchino 2012, Singh 2011 y 2012) obtuvieron la mayoría de los ítems una calificación de Bajo riesgo. Con respecto al “Alto riesgo” solo se encontró en el artículo de Duque et al., 2013, en el ítem de cegamiento de los participantes y personal tal y como se muestra en la Figura 5.

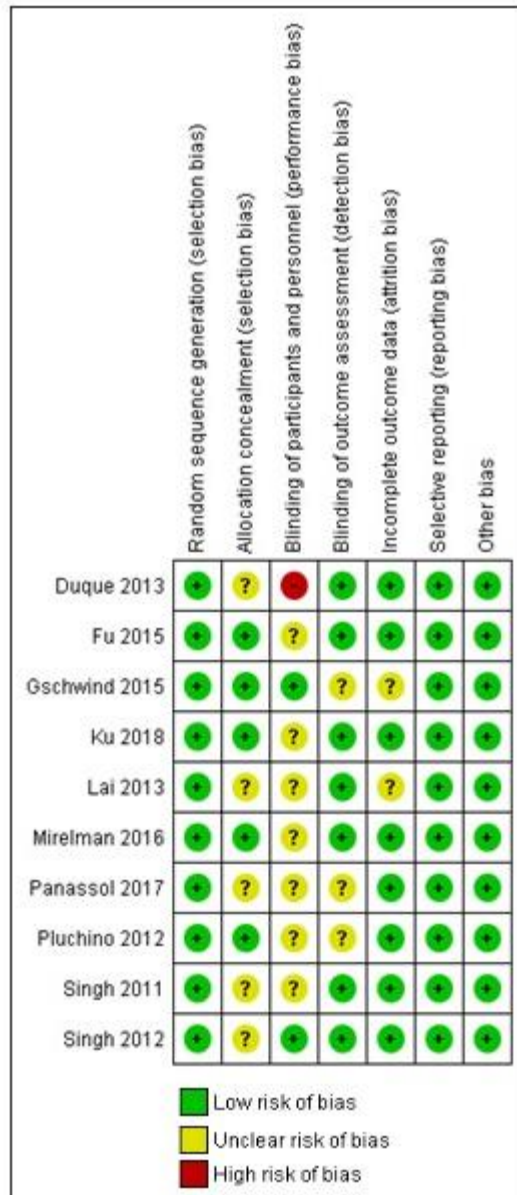


Figura 5. Riesgo de sesgo en los estudios seleccionados. Fuente: RevMan 5.3

5.4 RIESGO DE SESGO ENTRE LOS ESTUDIOS

Como resultado de esta evaluación se encontró que, en el dominio de generación de la secuencia aleatoria y ocultamiento de la asignación del sesgo de selección de los estudios, el primero fue clasificado como bajo riesgo para todos los artículos, sin

embargo, para el segundo no se realizó la especificación requerida en la mitad de los estudios (Duque 2013, Lai 2013, Pedroni 2017, Singh 2011 y 2012).

Con respecto al sesgo de realización en su dominio de cegamiento de los participantes y del personal, se encontró que fue clasificado como bajo riesgo en solo dos de los estudios: Gschwind 2015 y Singh 2012, además fue el único sesgo calificado como alto riesgo, puesto que Duque 2013 especificó realizar un experimento abierto. Los artículos restantes (Fu 2015, Ku 2018, Lai 2013, Mirelman 2016, Pedroni 2017, Pluchino 2012 y Singh 2011) no especificaron adecuadamente el proceso de ocultamiento por lo cual se calificaron como riesgo no claro.

Continuando con la clasificación del dominio de cegamiento de los evaluadores de resultados perteneciente al sesgo de detección, este obtuvo bajo riesgo en siete de los diez artículos seleccionados (Duque 2013, Fu 2015, Ku 2018, Lai 2013, Mirelman 2016, Singh 2011 y 2012), en los cuales se detallaba la realización del cegamiento, los otros estudios no mencionaron la realización de este proceso por lo cual fueron clasificados como riesgo no claro.

Por su parte el sesgo de desgaste en su dominio de datos de resultados incompletos, se clasificó en ocho estudios como bajo riesgo (Duque 2013, Fu 2015, Ku 2018, Mirelman 2016, Pedroni 2017, Pluchino 2012, Singh 2011 y 2012), los estudios realizados por Gschwind 2015 y Lai 2013 fueron clasificados como riesgo no claro, el primero porque su número de pérdidas se acerca al 20% del total de la

muestra y el segundo por no realizar el adecuado reporte de las pérdidas de población durante se realización. Por último, el dominio de informes selectivos del sesgo de notificación y otros sesgos fueron clasificados en la totalidad de los estudios como bajo riesgo.

La representación gráfica de los sesgos entre los estudios se muestra en la figura 6.

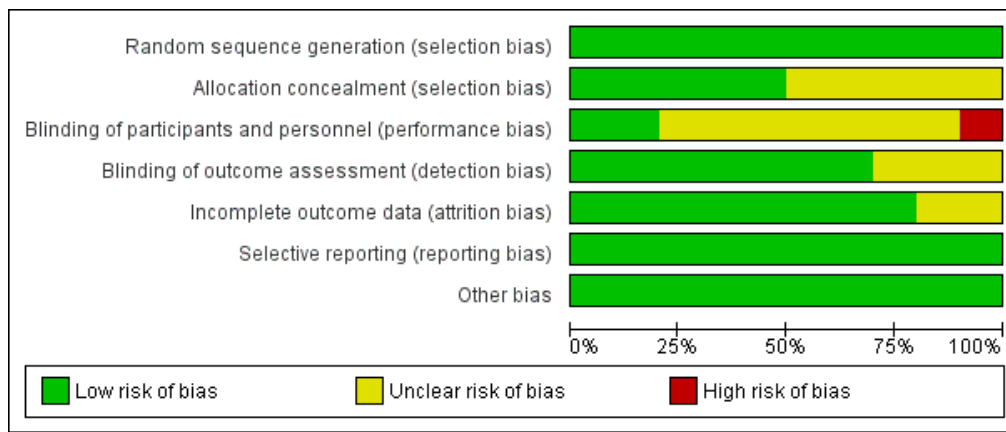


Figura 6. Riesgo de sesgo entre los estudios seleccionados. Fuente: RevMan 5.3

5.5 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

En este apartado se presentan los resultados de los estudios seleccionados en términos de comparación entre intervenciones, duración de las intervenciones, tipo de intervención usada, incidencias de caídas y adherencia al tratamiento.

5.5.1 Comparación de tratamiento con realidad virtual con otras intervenciones

De los diez artículos incluidos en este estudio solo siete (Duque 2013, Fu 2015, Gschwind 2015, Ku 2018, Panassol 2017, Singh 2011, Singh 2012) hacen una

comparación entre el uso de la RV con otras intervenciones (Ejercicio convencional, Tai Chi, otro tipo de RV), en los cuales se reportaron diferencias estadísticamente significativas para balance en ambas intervenciones, pero la realidad virtual obtuvo mejores puntuaciones en las escalas utilizadas.

5.5.2 Duración de las intervenciones

En cuanto a la duración de las intervenciones se encontró que el intervalo de tiempo de intervención más común fue de 6 semanas en un 60% de los artículos (Duque 2013, Fu 2015, Lai 2013, Mirelman 2016, Singh 2011, Singh 2012), con un promedio de 15 sesiones y 705 minutos de intervención. Ku 2018 utilizó un protocolo de duración de 4 semanas, 12 sesiones y 360 minutos, siendo éste el artículo con el menor número de semanas. Panassol 2017 y Pluchino 2012 realizaron su intervención en 8 semanas, 16 sesiones y un promedio de 840 minutos para su intervención. El artículo con mayor número de semanas para la intervención fue el de Gschwind 2015 con 16 semanas y 3.000 minutos totales de intervención.

Ahora bien, en el protocolo de menor duración utilizado en el estudio publicado por Ku 2018 se mostraron resultados estadísticamente significativos en la escala de equilibrio de Berg (BBS) (GC:p= 0.009; GI:p= 0.001), y Time Up and Go (TUG: GI: p=<0.0001; GC: p= 0.002); el índice de riesgo a caer (Fall Risk Index) también disminuyó en ambos grupos (GC: p=0.386; GI p=0.053). En cuanto al protocolo de mayor duración utilizado en el estudio por Gschwind 2015, se obtuvo resultados significativos en el riesgo de caída fisiológica (Evaluación del perfil fisiológico: PPA) ya que se redujo más en el grupo intervención (p = 0,035) en comparación con el

grupo control, también se obtuvo diferencias en el test de Time Up and Go (TUG) después de realizar la intervención con RV, Grupo control 9.2 ± 2.1 , grupo intervención 9.5 ± 2.7 , ($p= 0.504$ para ambos grupos). De tal manera podemos evidenciar que los efectos y beneficios que se adquieren con el uso de realidad virtual se obtienen a partir de la cuarta semana de intervención obteniendo mejorías significativas en el equilibrio e índice de caídas, continuando hasta la semana 16 donde los resultados se vuelven más notorios para los grupos que utilizan realidad virtual. Como complemento a esta información el estudio de Mirelman 2016 fue el único en el que se encontraron diferencias estadísticamente significativas concernientes a balance y caídas 6 meses después de hecha la intervención.

5.5.3 Condición de salud

En los estudios donde hubo grupos de adultos mayores sin patología de base, como en Ku 2018, Lai 2013, Panassol 2017, Pluchino 2012, Singh 2011 y 2012, se evidenció que había una mejor respuesta al tratamiento, obteniendo una puntuación alta en las escalas utilizadas comparado con los estudios en donde los grupos de adultos mayores si tenían un antecedente de caída o alguna comorbilidad.

5.5.4 Síntesis de los resultados

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión reportaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a mejoras en el balance para el grupo intervención (Duque 2013, Fu 2015, Lai 2013, Mirelman 2016, Panassol 2017, Pluchino 2012, Singh 2011 y 2012). Además de

esto, en los estudios realizados por Duque 2013, Fu 2015 y Mirelman 2016 se observó una disminución en la incidencia de caídas. Por otra parte, en los estudios realizados por Gschwind 2015 y Ku 2018 se evidenció una disminución del riesgo a caer, obteniendo un mejor resultado para el grupo intervención que para el grupo control, sin embargo, en el estudio realizado por Lai 2013, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la disminución de caídas para los dos grupos intervenidos, los cuales utilizaron realidad virtual, sosteniendo estos valores durante las 6 semanas que duró la intervención. En cuanto a los estudios realizados por Panassol, Pluchino 2012, Singh 2011 y 2012, no reportaron diferencias estadísticamente significativas en los resultados comparados entre los grupos.

Debido a la amplia heterogeneidad entre las variables de las escalas de evaluación utilizadas en los estudios seleccionados concernientes a equilibrio y caídas, no fue posible una comparación entre las mismas, debido a que se estaría cometiendo un error en la determinación del efecto de intervención al momento del análisis de los datos y resultados. Evidencia de lo anterior, en el estudio realizado por Duque 2013 se observó que algunas de sus variables como, por ejemplo, el número de caídas en el año, tomaron los datos por medio de cuestionarios y el resto de variables, se recolectaron del programa sistemático de entrenamiento (BRU: balance rehabilitation unit).

Dentro de los instrumentos y equipos de RV que se utilizan en el campo de la rehabilitación, existen ciertas adecuaciones para prevenir cualquier problema que

se pueda presentar a la hora de utilizarlos, es por ello que existe una diferencia notoria con los equipos de software convencionales que se comercializan normalmente. Dentro de los estudios seleccionados, se encontró que Ku 2018 utilizó un equipo de realidad virtual convencional (wii fit) para la intervención en la población escogida, con el cual se tomaron datos en las variables a estudiar (equilibrio y caídas), sin embargo, existía el riesgo de obtener un desenlace secundario.

En la tabla 2 se muestran los resultados reportados en cada uno de los artículos seleccionados en esta revisión sistemática con todas las variables que se encontraron en los estudios, a continuación, se presenta en la tabla 3 un resumen de los resultados más relevantes.

Autor / Año	Población	Escalas y tipo de intervención utilizadas	Resultados
Duque 2013	Adultos Mayores con Déficit de equilibrio	GC: Cuidado usual (ejercicio convencional) GI: (BRU): p= 0.01	<u>Reducción en la incidencia de caídas:</u> p< 0.05 (GI - GC) <u>Frecuencia de caídas:</u> p =0.01 (GI) <u>Miedo a caer:</u> P= 0.01 (GI) 97% de adherencia al tratamiento con RV Los parámetros de equilibrio mejoraron significativamente en el Grupo intervención (p= 0.01) en comparación con el grupo control. Este efecto también se asoció con una reducción significativa en caídas y niveles más bajos de miedo a caer (p= 0.01).
Fu 2015	Adultos Mayores sanos con antecedente de caída	GC: Ejercicio convencional GI: Wii fit balance <u>PPA z</u> Fuerza muscular: p <0.001 Tiempo de reacción: p <0.001 Balanceo del cuerpo: p=0.013	<u>Incidencia general de caída:</u> GC: 1.52 GI: 0.54 <u>PPA z</u> GI: p= 0.004 <u>Número de caídas:</u> GC- GI: p <0.001 Los participantes en el grupo intervención con Wii Fit mostraron una mejora significativamente mayor tanto

			para la evaluación del perfil fisiológico como en la incidencia de caídas ($p=0.004$ y $p<0.001$, respectivamente)
Gschwind 2015	Adultos Mayores con comorbilidad	GC: Ejercicio convencional GI: Programa iStoppFalls TUG : $p=0.504$ (GC-GI)	<u>PPA score</u> GI: $p=0.035$ GC-GI: Escala de eficacia de caídas: $p=0.593$ El riesgo de caída fisiológica (PPA) se redujo significativamente más en el grupo intervención en comparación con el grupo control ($p=0,035$). Se pudo observar que las caídas se redujeron significativamente en ambos grupos de acuerdo con la escala de eficiencia de caídas ($p=0.593$)
Ku 2018	Adultos Mayores sanos	GI: 3D- ARS TUG : $p<0.0001$ BBS : $p=0.001$ GC: Programa de acondicionamiento físico convencional TUG : $p=0.002$ BBS: $p=0.009$	<u>Puntuación Índice del riesgo de caída (Fall Risk Index)</u> GC: $p=0.386$ GI: $p=0.053$ El riesgo a caer disminuye en ambos grupos, en el grupo intervención se acercó a la significancia estadística
Lai 2013	Adultos Mayores sanos	GRUPO A: (recibió capacitación IVGB durante 6 semanas y no recibió intervención en las siguientes 6 semanas) TUG $p=0.046$ BBS $p=0.001$ UST $p=0.062$ GRUPO B: (No recibió intervención durante las primeras 6 semanas y luego participó en entrenamiento en las siguientes 6 semanas) TUG : $p=0.002$ BBS: $p<0.001$ UST(equilibrio estático): $p=0.033$	MFES: $p=0.001$ Tanto el equilibrio como la disminución de caídas mejoraron significativamente ($p=0.001$) y se pudo evidenciar que los efectos de la intervención perduran en el tiempo.
Mirelman 2016	Adultos Mayores con antecedente de caída y con comorbilidad	<u>SPPB:</u> GC: Pre-entrenamiento: 3.22 Post-entrenamiento: 3.33 6M post entrenamiento: 3.09 GI: Pre-entrenamiento: 3.23 Post-entrenamiento: 3.41 6M post entrenamiento: 3.39	<u>Incidencia de Caídas:</u> GC: $p=0.49$ GI: $p<0.0001$ La tasa de incidentes fue significativamente menor en el grupo de entrenamiento en cinta rodante con VR ($p<0.0001$) La tasa de incidentes no disminuyó Significativamente en el grupo de entrenamiento solo en cinta rodante ($p=0.49$).

Panassol 2017	Adultos Mayores sanos.	GC: Entrenamiento kinesiológico convencional. POMA:Valor p= (IC95%): 0,003 GI: Plataforma Wii Fit y la consola Nintendo Wii® POMA:Valor p= (IC95%): <0,00	GC: TUG Valor p= (IC95%): 0,007 GI: TUG:Valor p= (IC95%): 0,02 Establecieron realizar la evaluación de riesgo a caer con la escala TUG; la cual tuvo una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos.
Pluchino 2012	Adultos Mayores sanos	Grupo 1: Ejercicios convencionales TUG: 9.44 ± 1.49 POMA: 15,63 ± 0,74 Grupo 2: Tai Chi TUG: 8.86 ± 1.76 POMA: 16,00 ± 0,00 Grupo 3: Wii TUG: 8.18 ± 2.44 POMA: 15,13 ± 2,10	FES: Tamaño del efecto (Tiempo): 0.072 Tamaño del efecto (Tiempo x Grupo): 0.86 TUG: P= 0.105 (Tamaño del efecto en tiempo), p= 0.044 (Tamaño del efecto de tiempo por grupo) POMA: P=0,022 (Tamaño del efecto en tiempo) p= 0.027 (Tamaño del efecto de tiempo por grupo) No se vieron interacciones significativas de tiempo
Singh 2011	Adultos Mayores sanos	GC: ejercicio convencional de balance PPA: p = 0.012 ABC-6: p = 0.076 GI: Realidad virtual PPA: p = 0.001 ABC-6: p = 0.013	PPA z (Versión corta) GC Z = - 2,50, p = 0,01 GI Z = - 3,38, p = 0,001 Tanto el grupo intervención como control obtuvo diferencias estadísticamente significativas, para reducción de riesgo a caer.
Singh 2012	Adultos Mayores sanos	GC: ejercicio convencional de balance PPA: p = 0.001 ABC-6: p = 0.01 GI: realidad virtual PPA: p = 0.001 ABC-6: p = 0.01	GC PPA: 32.66% de mejoría. ABC-6: 9.06% de mejoría. GI PPA: 71.69% de mejoría. ABC-6: 12.96% de mejoría. Los dos grupos mostraron diferencias estadísticamente significativas para las escalas utilizadas de riesgo a caer.

Tabla 3: Resumen de los principales resultados de los estudios seleccionados

Abreviaturas: **GI:** grupo control, **GC:** grupo intervención, **PPA z:** Evaluación del perfil fisiológico (forma corta), **PPA:** Evaluación del perfil fisiológico, **TUG:** Time up and Go, **BBS:** escala de balance de Berg, **UST:** equilibrio estático, **MFES:** Escala de eficacia de caídas modificada, **SPPB:** Batería de rendimiento de entrenamiento físico corto, **POMA:** Evaluación de movilidad orientada al rendimiento de Tinetti, **FES:** Escala de eficiencia de caídas, **ABC-6:** Escala de equilibrio de actividad específica

6.DISCUSIÓN

6.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1.1 Resumen de los principales hallazgos

Las evaluaciones realizadas en los estudios se llevaron a cabo haciendo uso de escalas para balance y riesgo a caer como: Time Up and Go (TUG) la cual fue utilizada en 5 de los 10 estudios incluidos de la revisión (Gschwind 2015, Ku 2018, Lai 2013, Panassol 2017, Pluchino 2012) y la escala de evaluación del perfil fisiológico (PPA) utilizada en 4 de los 10 estudios (Fu 2015, Gschwind 2015, Singh 2011 y 2012).

El entrenamiento de balance llevado a cabo a través de rehabilitación estándar, ejercicios convencionales de equilibrio, entrenamiento en cinta rodante, Tai Chi y realidad virtual es efectivo, la evidencia muestra diferencias estadísticamente significativas con respecto a la realidad virtual en cuanto a riesgo a caer, puesto que ésta obtuvo mejores resultados en las escalas aplicadas en 7 (Duque 2013, Fu 2015, Gschwind 2015, Ku 2018, Lai 2013, Mirelman 2016, Pluchino 2012) de los 10 estudios incluidos en esta revisión.

6.1.2 Efectos de las intervenciones

Los beneficios presentados por los estudios no solo se relacionan al balance sino al miedo a caer, tiempo de reacción, marcha, capacidad física, independencia en el desarrollo de las actividades de la vida diaria, fuerza muscular incluso calidad de vida.

El uso de la realidad virtual para la mejora del balance en población adulta mayor, evidencia efectos positivos estadísticamente significativos en la mayoría de los estudios incluidos. Sin embargo, estos resultados son similares a los encontrados cuando se interviene con terapia física convencional o no convencional. Por lo cual es posible suponer que se puedan realizar intervenciones de balance en adultos mayores con cualquiera de estas estrategias y obtener resultados efectivos. No obstante, hay que considerar que los resultados de balance y riesgo a caer obtenidos no son comparables entre sí, debido al uso de diferentes escalas para realizar las mediciones y a la diversidad de variables incluidas en los estudios.

Cabe resaltar que el entrenamiento de balance mediante RV a diferencia de las intervenciones convencionales y no convencionales, genera un aumento manifiesto en la adherencia al tratamiento, debido a que el tratamiento resulta ser más didáctico, lo cual facilita la comprensión de la información por parte del usuario⁽³⁷⁾. Por otra parte, las consolas para entrenamiento mediante RV tienen la facultad de

ser ubicadas en el domicilio del usuario, lo cual permite el fácil acceso a ellas además genera una disminución de la asistencia o supervisión profesional, aumentando así la autonomía del usuario, con lo cual se disminuyen los costos en cuanto a personal que aplique el tratamiento, costos de desplazamiento del usuario hacia un centro de rehabilitación y aumentando el número de pacientes atendidos por cada profesional, lo que supone en términos económicos ahorro al sistema de salud⁽³⁷⁾

Con relación a las siete escalas utilizadas en los estudios para la evaluación de balance y riesgo a caer, ningún artículo aplicó la totalidad de las escalas presentadas y no hubo una escala que fuera aplicada en todos los estudios.

Otro punto a discutir es el relacionado con el tiempo de intervención, encontrándose que no hay un protocolo estandarizado en las intervenciones. Mientras Ku 2018 realiza su intervención en cuatro semanas, Panassol 2017 y Pluchino 2012 realizaron su intervención en 8 semanas y Gschwind 2015 tuvo una duración de 16 semanas. A pesar de las diferencias, los estudios mostraron resultados estadísticamente significativos en el balance. Con respecto al riesgo a caer, el estudio de Ku 2018 presentó que la RV tuvo una mejora mayor frente al grupo control, y en Gschwind 2015 alcanzó la significancia estadística con un $p=0.035$.

Estudios como el realizado por Lai 2013, el cual comparó los resultados obtenidos con el entrenamiento de balance haciendo uso de realidad virtual desde las 0

semanas, las 6 semanas y 12 semanas en dos grupos que se diferencian en la intervención, muestran la mejora del balance tras 6 semanas de entrenamiento, medido a través de TUG y BBS, el impacto del mismo en la Escala de eficacia de caídas modificada y cómo estos resultados persistieron parcialmente después de 6 semanas sin intervención.

La intervención con realidad virtual puede relacionarse con la mejora del procesamiento visual y atención, mediante el entrenamiento de tareas dobles, las cuales son clasificadas como cognitivamente exigentes, que según la evidencia están relacionadas a la incidencia de caídas en esta población ya que influyen en su capacidad para mantener el equilibrio mientras desarrollan otras actividades⁽³⁵⁾.

Esta revisión encontró que el uso de realidad virtual tiene beneficios en términos de balance para adultos mayores, lo que concuerda con otras revisiones sistemáticas realizadas que han reportado la efectividad de la RV, como la de Laufer en 2013⁽⁴⁵⁾ que concluyó que un programa de ejercicios basado en Wii mejora el equilibrio en adultos mayores que viven en la comunidad y la de Neri et al⁽¹⁷⁾ que mostro efectos clínicos positivos de los juegos de realidad virtual para mejorar el equilibrio y la movilidad en comparación con las intervenciones convencionales y sin tratamiento en adultos de la comunidad. Lo que permite evidenciar la efectividad de esta intervención en cuanto a balance, la cual está asociada no solo a las caídas sino a la movilidad, fuerza, independencia funcional y doble tarea.

6.1.3 Implicaciones prácticas

En respuesta a la necesidad del SERH de brindar un programa de prevención de caídas para el adulto mayor y teniendo en cuenta las características de las intervenciones obtenidas en esta revisión, podemos sugerir que un tratamiento que utilice realidad virtual debe contar con un tiempo mínimo de 4 semanas de duración y un máximo de 16, una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana y de 12 a 18 sesiones para el tratamiento en total. La duración de cada sesión podría variar de los 30 a 60 minutos, iniciando con una intensidad mínima e incrementando de acuerdo a la evolución de cada paciente.

Teniendo en cuenta que los equipos no convencionales que se utilizan para realizar intervenciones con realidad virtual tienen un elevado costo y que en muchas ocasiones se debe acudir a entidades externas para obtenerlas, en el mercado se pueden encontrar equipos convencionales como el wii fit y X-box que son de más fácil acceso a la población, menor costo y sencillo de usar en el ámbito terapéutico, siendo un insumo importante para encaminar novedosas estrategias de tratamiento ya que al estar bajo la inmersión de un feedback sensorial artificial aumenta la adherencia a los mismos.

Los resultados presentados por esta revisión sugieren que el uso de la RV contribuye significativamente a la mejoría del balance en los adultos mayores, lo que a su vez disminuye el riesgo de presentar una caída, sumado a este resultado, autores como Duque 2013 y Gschwind 2015 muestran una mayor adherencia a esta

intervención, lo que nos indica que este entrenamiento es una opción factible para obtener resultados en términos de equilibrio y que de ser posible debe usarse para el entrenamiento del mismo, por lo cual sería importante que los fisioterapeutas contemplen y se instruyan en el uso de este tipo de terapia, para aprovechar sus beneficios.

La RV como una estrategia de entrenamiento de balance para la prevención de caídas en el adulto mayor, puede ser utilizada como intervención para programas de tele-rehabilitación que permitan brindar atención a poblaciones que presentan dificultades para acceder a instituciones que presten servicios de rehabilitación. Lo anterior responde a lo planteado por el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 en donde se busca que la sociedad se proyecte hacia futuras generaciones de adultos mayores menos dependientes, más saludables y productivos, lo cual repercutirá en la disminución de los costos del sistema de salud colombiano y la sostenibilidad del mismo. Esta sería una estrategia fundamental e importante para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de ésta población.

7. CONCLUSIONES

- Todos los estudios encontrados son ensayos clínicos controlados aleatorizados, lo cual muestra una alta calidad de evidencia de los mismos además de un avance en materia de investigación científica en el campo de la rehabilitación.
- Los estudios encontrados en esta revisión describen que para hacer uso de la realidad virtual es necesario que los adultos mayores no presenten: deterioro cognitivo severo, problemas visuales severos, impedimentos vestibulares, enfermedad cardiovascular no controlada, deambulación con ayuda, hipotensión ortostática, habilidades lingüísticas insuficientes para comprender los procedimientos, uso de antipsicóticos o antidepresivos.
- Los estudios seleccionados en esta revisión presentaron heterogeneidad en cuanto a tiempo de intervención, tamaño de muestra, condición de salud de los participantes, protocolos de intervención usados y/o medidas de resultados elegidos.
- Los beneficios presentados por los estudios no solo se relacionan al balance también reportan beneficios en cuanto a disminución del miedo a caer, mejoría en el tiempo de reacción, marcha, capacidad física, aumento de la independencia en el desarrollo de las actividades de la vida diaria, fuerza muscular e incluso mejoría en la calidad de vida.

8. RECOMENDACIONES

Desde el campo de la Fisioterapia es crucial que se puedan generar protocolos que faciliten la homogeneización de los resultados; en términos de la intervención a realizar, los tiempos de evaluación con sus respectivas escalas, duración de la terapia, etc. para de esta forma poder realizar análisis más detallados sobre la evidencia presentada en los artículos, de esta manera detectar cuáles escalas son más sensibles para mostrar resultados y más específicas para evaluarlos, para iniciar la estandarización de escalas que sean validadas y unificadas.

Se recomienda la realización de estudios experimentales en población adulta mayor con patologías crónicas de base, que presenten alteración de su balance asociado a las mismas, para poder determinar el impacto y la efectividad de la realización de la terapia con realidad virtual en estos casos específicos.

Considerando los resultados obtenidos para entrenamiento de balance y prevención de caídas, es importante que nuevas revisiones investiguen los efectos generados por esta intervención con variables como la marcha, fuerza, independencia funcional y calidad de vida. Realizar además revisiones sistemáticas que sinteticen la información de otros usos de realidad virtual como estrategia de rehabilitación de miembro superior, medio de entrenamiento para perturbaciones o actividades específicas de la vida diaria.

9. REFERENCIAS

1. Arango V, Ruiz I, Arango, V E, Ruiz, I C. Diagnostico de los Adultos Mayores en Colombia. Fund Saldarriaga Concha [Internet]. 2005;1–84. Available from: http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf%5Cnhttp://www.dane.gov.co/files/comunicados/cp_informfinal08.pdf
2. Aparicio VMR. Observatorio Nacional de envejecimiento y Vejez. Programa Envejec y Salud Proy Curso Vida Saludab Salud Fam y Comunitaria [Internet]. 2015;53. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/envejecimiento-vejez.aspx>
3. Ministerio de Salud y Protección Social. Sala situacional de la Población Adulta Mayor Ministerio de Salud y Protección Social Oficina de Promoción Social. 2018;34. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/sala-situacion-envejecimiento-2018.pdf>
4. Vidarte Claros JA, Quintero Cruz MV, Herazo Beltrán Y. Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores. Rev Hacia la Promoción la Salud [Internet]. 2012;17(2):79–90. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/hpsal/v17n2/v17n2a06.pdf>
5. Jack S, Suzele C, Thais P, Renata S, Sueli M, Rosalina P. Caídas en el adulto mayor y su relación con la capacidad funcional. Rev Latino-Am Enferm [Internet]. 2012;20(5):9. Available from: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38634502/caidas_adulto_mayor.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1523939744&Signature=gulZDQQZ%2FrfZnuvN5oyvDz2pXJE%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DArticulo_Original_Caidas_e
6. Morais BX, Pasa TS, Carollo JB, Urbanetto JDS, Magnago TSBDS, Baratto MAM. Risk assessment and incidence of falls in adult hospitalized patients. Rev Lat Am Enfermagem [Internet]. 2017;25(0):1–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5423760/>
7. Becerra MNA. Prevención de accidentes en adultos mayores. Rev Univ Médica [Internet]. 2009;50(2):194–208. Available from: <http://www.redalyc.org/html/2310/231018809006/>
8. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. Sport Med [Internet]. 2015;45(12):1721–38. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26325622>
9. Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. Rev Colomb Reumatol [Internet]. 2012;19(4):218–33. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-81232012000400004
10. Landinez, Contreras C, Villamil I. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia Aging, exercising and physical therapy. Rev Cuba Salud Pública

- [Internet]. 2012;38(384):562–80. Available from: <http://scielo.sld.cu>
11. ORTIZ D, JS S. USO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA REHABILITACIÓN DE LA MARCHA Y EL BALANCE: REVISIÓN EXPLORATORIA DANIELA. Univ del Val [Internet]. 2017;01:1–7. Available from: <http://www.albayan.ae>
 12. Tsang WWN, Fu ASN. Virtual reality exercise to improve balance control in older adults at risk of falling. Hong Kong Med J = Xianggang yi xue za zhi [Internet]. 2016;22(1):S19–22. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26908338>
 13. Dianelys L, Chisholm H, Beatriz D, Ferrer C. Protocolo de actuación de los equipos Thera Trainer en trastornos de equilibrio , postura y marcha del adulto mayor Performance protocol of the Thera Trainer equipment in disorders of balance , posture and march of aged man. 2017;9(1):1–14. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=75117>
 14. Juan C. López S ; Elkin F. Arango V. Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores/ Effect of training on an unstable balance and function in elderly. Rev Fac Nac Salud Pública [Internet]. 2015;33:31–9. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v33n1/v33n1a05.pdf>
 15. Adams R, Browne CO, Boverly-spencer P, Fenton AM, Campbell BW, Hill KD. Effectiveness of exercise programs to reduce falls in older people with dementia living in the community : a systematic review and meta-analysis. Clin Interv Aging [Internet]. 2015;10:421–34. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4330004/>
 16. Shier V, Trieu E, Ganz DA. Implementing exercise programs to prevent falls: systematic descriptive review. Inj Epidemiol [Internet]. 2016;3(1):1–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40621-016-0081-8>
 17. Neri SGR, Cardoso JR, Cruz L, Lima RM, De Oliveira RJ, Iversen MD, et al. Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil [Internet]. 2017;31(10):1292–304. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28933612>
 18. Chalapud Narváez LM, Escobar Almario AE. Actividad física para mejorar fuerza y equilibrio en el adulto mayor. Univ y Salud [Internet]. 2017;19(1):94–101. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00094.pdf>
 19. de Amorim JSC, Leite RC, Brizola R, Yonamine CY. Virtual reality therapy for rehabilitation of balance in the elderly: a systematic review and META-analysis. Adv Rheumatol (London, England) [Internet]. 2018;58(1):18. Available from: <https://advancesinrheumatology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42358-018-0013-0?optIn=true>
 20. Shumway-Cook, Marjorie H. Woollacott PD. MOTOR CONTROL. Theory and practical applications. Williams & Wilkins [Internet]. 1995;(capítulo 1):3–18. Available from: https://books.google.com.co/books/about/Motor_Control.html?id=301hQgAA

- CAAJ&redir_esc=y
21. Hamm J, Money AG, Atwal A, Paraskevopoulos I. Fall prevention intervention technologies: A conceptual framework and survey of the state of the art. *J Biomed Inform* [Internet]. 2016;59:319–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbi.2015.12.013>
 22. Alvarado García AM, Salazar Maya ÁM. Aging concept analysis. *Gerokomos* [Internet]. 2014;25(2):57–62. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/geroko/v25n2/revision1.pdf>
 23. Ministerio de Salud. Gobierno de Colombia. Política Colombiana de Envejecimiento Humano y Vejez 2015-2024. 2015;1–54. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Política-colombiana-envejecimiento-humano-vejez-2015-2024.pdf>
 24. Ministerio de Salud y Protección Social. Procesos para la prevención y reducción de la frecuencia de caídas. Minsalud [Internet]. 2009;46. Available from: http://www.minsalud.gov.co/Documentos_y_Publicaciones/Prevenir_y_reducir_la_frecuencia_de_caidas.pdf
 25. Course L. WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. World Heal Organisation [Internet]. 2007;1–48. Available from: https://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf
 26. Fundación Universitaria los Libertadores (Bogotá C. Exposure therapy using virtual reality in eating disorders: present and future. *Rev la Fac Psicol* [Internet]. 2012;7(2):124–30. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4630216>
 27. Cartes J. Dispositivos de realidad virtual para la evaluación y mejoramiento del balance postural en adultos mayores . *Int J Med Surg Sci* [Internet]. 2017;4(4):1266–73. Available from: [file:///C:/Users/usuario/Desktop/Downloads/186-Article Text-381-1-10-20181027.pdf](file:///C:/Users/usuario/Desktop/Downloads/186-Article%20Text-381-1-10-20181027.pdf)
 28. Altamar G, Curcio CL, Rosso V, Osorio JL, Gómez F. Evaluación del mareo en ancianos en una clínica de inestabilidad, vértigo y caídas TT - Assessment of dizziness in the elderly population in a special clinic for the treatment of lack of stability, vertigo and falls. *Acta Medica Colomb* [Internet]. 2008;33(1):2–10. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-24482008000100002&lang=pt%5Cnhttp://www.scielo.org.co/pdf/amc/v33n1/v33n1a2.pdf
 29. Savolainen H, Boillat M, Jacobsen P, Pelmeier P, Yardley L, Rey P, et al. El cuerpo humano. Órganos sensoriales. *Encicl salud y Segur en el Trab*. 2015;40.
 30. Monge Pereira E, Molina Rueda F, Alguacil Diego IM, Cano de la Cuerda R, de Mauro A, Miangolarra Page JC. Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: Guía de práctica clínica. *Neurología* [Internet]. 2014;29(9):550–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2011.12.004>
 31. García-Perdomo HA. Evidence synthesis and meta-analysis: A practical

- approach. *Int J Urol Nurs* [Internet]. 2016;10(1):30–6. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijun.12087>
32. Higgins JPT, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. Cochrane [Internet]. 2011;(March):1–639. Available from: <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>
 33. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2016;147(6):262–6. Available from: <https://www.elsevier.es/en-revista-medicina-clinica-2-articulo-la-extension-declaracion-prisma-revisiones-S0025775316001512>
 34. Colombia M de SR de. Resolución número 8430 de 1993. 2007;1993(Octubre 4):1–19. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RE/SOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
 35. Duque G, Boersma D, Loza-Díaz G, Hassan S, Suarez H, Geisinger D, et al. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2013;8:257–63. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23467506>
 36. Fu AS, Gao KL, Tung AK, Tsang WW, Kwan MM. Effectiveness of Exergaming Training in Reducing Risk and Incidence of Falls in Frail Older Adults with a History of Falls. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015;96(12):2096–102. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2015.08.427>
 37. Gschwind YJ, Eichberg S, Ejupi A, de Rosario H, Kroll M, Marston HR, et al. ICT-based system to predict and prevent falls (iStoppFalls): Results from an international multicenter randomized controlled trial. *Eur Rev Aging Phys Act* [Internet]. 2015;12(1):1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s11556-015-0155-6>
 38. Ku J, Kim YJ, Cho S, Lim T, Lee HS, Kang YJ. Three-dimensional augmented reality system for balance and mobility rehabilitation in the elderly: A randomized controlled trial. *Cyberpsychology, Behav Soc Netw* [Internet]. 2019;22(2):132–41. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30596530>
 39. Lai CH, Peng CW, Chen YL, Huang CP, Hsiao YL, Chen SC. Effects of interactive video-game based system exercise on the balance of the elderly. *Gait Posture* [Internet]. 2013;37(4):511–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.003>
 40. Mirelman A, Rochester L, Maidan I, Del Din S, Alcock L, Nieuwhof F, et al. Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet* [Internet]. 2016;388(10050):1170–82. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27524393>
 41. Panassol FP, Oltramari G, Schuster RC. Efeitos da realidade virtual no equilíbrio de idoso. *Rev Interdiscip Ciências Médicas* [Internet]. 2017;1(1):78–95. Available from: <http://revista.fcmmg.br/ojs/index.php/ricm/article/view/10>

42. Pluchino A, Lee SY, Asfour S, Roos BA, Signorile JF. Pilot study comparing changes in postural control after training using a video game balance board program and 2 standard activity-based balance intervention programs. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2012;93(7):1138–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.01.023>
43. Singh DKA, Raman VALP, Sien BP, Palaniswamy V, Pearson H, Rajaratnam BS. Can exercises using Virtual Reality Games reduce risk and fear of falls among Older Women? *i-CRETe 2011 - Int Conv Rehabil Eng Assist Technol* [Internet]. 2011;136–9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/289022787_Can_exercises_using_Virtual_Reality_Games_reduce_risk_and_fear_of_falls_among_Older_Women
44. Singh DKA, Rajaratnam BS, Palaniswamy V, Pearson H, Raman VP, Bong PS. Participating in a virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. *Maturitas* [Internet]. 2012;73(3):239–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.07.011>
45. Laufer Y, Dar G, Kodesh E. Does a Wii-based exercise program enhance balance control of independently functioning older adults? A systematic review. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2014;9:1803–13. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25364238>

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Autor/Año	Participantes N (edad media)	Condición/ Diagnóstico	Intervención	Duración	Escalas de Medición	Conclusiones
Duque 2013	N=60 GC=30 (75 años) GE=30 (79.3 años)	Déficit de equilibrio	GC: Entrenamiento de equilibrio convencional. GE: (BRU) unidad de rehabilitación del balance evaluar y entrenar el equilibrio.	6 semanas, 2 veces por semana, cada sesión de entrenamiento duró 30 minutos	Petrografía BRU (Unidad de Rehabilitación del balance) Dinamómetro de Mano Smedley La Encuesta de Actividades y Miedo a Caer en los Ancianos (SAFFE)	Los parámetros de equilibrio mejoraron significativamente en el grupo de entrenamiento BRU. En conclusión, el entrenamiento BRU es una intervención efectiva y bien aceptada para mejorar el equilibrio, aumentar la confianza y prevenir caídas en los ancianos.
Fu 2015	N=60 GC=30 (82.3 años) GE=30 (82.4 años)	Ancianos sanos con antecedente de caída	CG: Ejercicio de balance convencional. GE: Wii Fit ® de Nintendo	6 semanas de entrenamiento, 3 veces por semana, y 60 minutos por sesión.	Evaluación del perfil fisiológico (PPA) Clasificación de la función ambulatorio (FAC)	En ambos grupos mejoraron las puntuaciones de PPA y la incidencia de caídas significativamente, pero los sujetos en el grupo de entrenamiento de Wii Fit mostraron una mejora significativamente mayor en ambas medidas de resultado.
Gschwind 2015	N=160 (74.7 años) GC=75 (74.7 años) GE=78 (74.7 años)	Ancianos con comorbilidad	GC: Entrenamiento convencional. GE: El sistema iStoppFalls y videojuegos que utilizan la tecnología exergame.	16 semanas, 50 horas totales aproximadamente. La duración del entrenamiento semanal debe ser de aproximadamente 120 minutos para el entrenamiento de equilibrio y de 45 a 60 minutos para el entrenamiento de fuerza.	Timed Up and Go PAQ-50 Evaluación del perfil fisiológico (PPA)	El riesgo de caída fisiológica (PPA) se redujo significativamente más en el grupo de intervención en comparación con el grupo de control. El programa de ejercicios iStoppFalls redujo el riesgo de caída fisiológica en la muestra del estudio. Relación entre adherencia y mejora en resultados.
Ku 2018	N=34 GC=16 (64.7 años) GE=18 (65.0 años)	Ancianos sanos	GC: Entrenamiento Convencional para fortalecimiento de las extremidades inferiores y entrenamiento del equilibrio. GE: (3D-ARS) Sistema tridimensional de realidad aumentada para el equilibrio y la rehabilitación de la movilidad.	4 semanas, 3 veces por semana ambos grupos. Grupo 3D-ARS 30 minutos por sesión	Escala de Balance de Berg Timed Up and Go Fall Risk Index: Índice de riesgo a caer Clasificación de la función ambulatorio (FAC) MBI: Índice de Barthel modificado FMA-LE: Sección de extremidades inferiores FMA-C: Sección de coordinación de evaluación motora FMA-B: Sección de equilibrio de evaluación motora	Las mejoras generales ocurrieron en el índice de estabilidad, el índice de distribución de peso, el índice de riesgo de caída y el índice de transformaciones de Fourier de la posturografía para ambos grupos. Sin embargo, los cambios en la puntuación fueron significativamente mayores en el grupo experimental.
Lai 2013	N=30 (72.1 años) CG=15 GE=15	Ancianos sanos	GA: Entrenamiento de IVGB en las primeras 6 semanas, seguido de ningún ejercicio en las siguientes 6 semanas GB: No tratamiento en las primeras 6 semanas y se sometió a un entrenamiento de IVGB en las siguientes 6 semanas.	6 semanas, 3 veces por semana, durante 30 minutos de IVGB para ambos grupos.	Escala de equilibrio de Berg Time Up Go Escala de eficacia de caídas modificada Prueba de equilibrio bipedo en plataforma de fuerza: Ojos abiertos Ojos cerrados	Balance mejorado después de 6 semanas de entrenamiento; los efectos persistieron parcialmente después de 6 semanas sin intervención.
Mirelman 2016	N=282 GC=136 (73.3 años)	Ancianos con antecedente de	GC: Entrenamiento cinta de correr GE: El sistema realidad virtual por cámara de captura de movimiento	6 semanas, 3 veces por semana cada sesión dura unos 45 minutos.	Prueba de la marcha 2 min Batería de rendimiento físico corto (SPPB)	La incidencia de caídas disminuyó significativamente solo en el grupo experimental. El entrenamiento en cinta de correr más la realidad virtual redujo las tasas de caída

	GE=146 (74.2 años)	caída y/o con comorbilidad	y una simulación generada sobre cinta rodante		Escala de Actividad Física para ancianos (PASE) Cuestionario de salud SF-36 Motor de la Unified Disease Rating Scale de Parkinson (UPDRS-III)	en comparación con el entrenamiento en cinta de correr solo.
Panassol 2017	N=16 (69,63 años) GC=8 (70 años) GE=8 (69,25 años)	Ancianos sanos	GC: Entrenamiento kinesiológico convencional. GE: Plataforma Wii Fit y la consola Nintendo Wii®	8 semanas, 2 veces por semana, y cada sesión duró 45 minutos.	Medida de independencia funcional POMA Alcance funcional Time Up Go TC6M	Ambos grupos mejoraron movilidad, equilibrio, control postural, capacidad aeróbica y marcha. Sin diferencias estadísticas entre grupos.
Pluchino 2012	N=40 (72.5 años) GC1=14 (69.28 años) GC2=14 (76.00 años) GE= 12 (70.72 años)	Ancianos sanos	GC1: Thai Chi GC2: Entrenamiento de equilibrio convencional. GE3: Tabla de equilibrio de videojuegos tipo Wii Fit.	8 Semanas, 2 veces por semana, 1 hora por sesión	Escala de eficacia de caídas (FES) Time Up Go (3 meters) One Leg Stance Functional reach Static postural sway Dynamic postural sway	Wii balance board produjo mejoras similares en el control y equilibrio postural en comparación con las otras intervenciones. No se encontraron cambios significativos en ninguna de las intervenciones.
Singh 2012	N=36 GC=18 (64.00 años) GE=18 (61.12 años)	Ancianos sanos	GC: Ejercicios de equilibrio convencionales. GE: (VRBG) Nintendo ® Wii Fit con una tabla de equilibrio.	6 semanas, 2 veces por semana durante 1 hora.	Evaluación del perfil fisiológico de versión corta (PPA) Escala de equilibrio de actividad específica (ABC-6)	Tanto el grupo experimental como el grupo control tuvieron una disminución significativa en PPA y ABC-6. Sin embargo, no se demostraron efectos significativos entre los grupos
Singh 2011	N=36 GC=18 (64.00 años) GE=18 (61.12 años)	Ancianos sanos	GC: Terapia convencional basada en el entrenamiento de equilibrio de Seidler & Martin. GE: Wii Fit de Nintendo® y el tablero de equilibrio de Wii.	6 semanas, 2 veces por semana, 1 hora por sesión.	Evaluación del perfil fisiológico de versión corta (PPA) Escala de equilibrio de actividad específica (ABC-6)	Ambos grupos tuvieron una disminución significativa en el puntaje de riesgo de caída después de las intervenciones de ejercicios usando juegos de realidad virtual y ejercicio de equilibrio convencional

TABLA 2: RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

Año / Autor	Escalas	Control				Intervención				Datos adicionales
		Línea de Base	Post Intervención	Δ	p	Línea de Base	Post Intervención	Δ	p	
Duque 2013	Fuerza de agarre (kg), el mejor de 3 intentos	20 ± 3	--	--	--	17 ± 2	--	--	--	--
	Puntuación SAFFE	2.65 ± 0.53	--	--	--	2,14 ± 0,63	--	--	--	--
	Caídas en el último año (#)	3.8 ± 2	--	--	--	3.7 ± 1.3	--	--	--	--
	Posturografía BRU	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Límites de estabilidad (cm 2)	118 ± 59	--	--	--	124 ± 61	--	--	--	--
	Ojos cerrados sobre superficie dura (balanceo en cm 2)	9.2 ± 9	--	--	--	5,8 ± 3,3	--	--	---	--
	Ojos cerrados sobre superficie dura (balanceo en cm 2)	10 ± 11	--	--	--	11 ± 9	--	--	--	--
	Ojos cerrados sobre espuma (balanceo en cm 2)	36 ± 26	--	--	--	45 ± 30	--	--	--	--
	Velocidad de marcha (cm / seg)	36 ± 26	--	--	--	80 ± 26	--	---	--	--
	Cadencia (pasos / min)	97 ± 21	--	--	--	101 ± 7	--	--	--	--
	Longitud de zancada (cm)	94 ± 14	--	--	--	91 ± 18	--	--	--	--
	Doble tiempo de soporte (s)	29 ± 10	--	--	--	30 ± 12	--	--	--	--
Fu 2015	Sensibilidad de contraste (db)	17.3±1.5	17.3±1.5	--	0.986	17.4±1.6	17.4±1.6	--	.986	--
	Propiocepción (grado)	2.6±1.0	2.6±1.0	--	0.894	2.3±1.2	2.2±1.0	--	.809	--

	Fuerza del cuadriceps (kg)	4.1±0.4	5.1±0.6*	--	0.637	4.3±0.5	5.8±0.8*	--	<0.001	--
	Tiempo de reacción (ms)	346.6±89.0	338.9±87.6*	--	0.785	344.3±77.3	315.5±74.2*	--	<0.001	--
	Balanceo postural (mm2)	1213.5 ±390.7	1330.8 ±510.4	--	0.146	1364.0 ±372.5	1042.0±317.2*	--	0.013 c	--
	Valor z(Riesgo de Caidas) Entre un mayor numero de Z mayor Riesgo de Caidas	3.7 ± 1.2	3.3 ± 1.2*	--	0.896	3.7 ± 1.0	2.4 ± 1.0*	--	0.004 b	--
	Categoría Ambulatoria Funcional (grado 2/3)	16 / 14				14/16				p= 0.797
Gschwin d 2014	PAQ-50	42.80 ± 18.70				40.55 ± 23.62				41.62 ± 21.20
	Timed up and go test (s)	10.2 ± 3.1	9.2 ± 2.1	--	--	9.7 ± 2.8	9.5 ± 2.7	--	--	p para ambos= 0.504
	Evaluación del perfil fisiológico (PPA)	0,55 ± 0,90	0.39 ± 0.80	--	--	0.62 ± 0.89	0.41 ± 0.95	--	--	p para ambos=35
Ku 2018	BBS: Escala de Balance de Berg	55.125 +/- 1.025	55.500 +/- 0.894	--	b 0.09 / a 0.042*	54.556 +/- 1.542	55.500 +/- 0.924	--	b 0.001*	--
	TUG: Timed Up and Go	7.914 +/- 0.563	7.766 +/- 0.621	--	b 0.002* / a<0.000 1*	7.853 +/- 0.716	7.348 +/- 0.667	--	b <0.0001*	--
	Fall Risk Index: Índice de riesgo a caer	31.750 +/- 21.063	34.500 +/- 21.927	--	b 0.386 / a 0.033*	42.222 +/- 29.291	31.000 +/- 18.166	--	b 0.053	--
	FAC: Escala de Evaluación de la Capacidad de Marcha	5	5	--	--	5	5	--	--	--
	MBI: Índice de Barthel modificado	100	100	--	--	100	100	--	--	--
	FMA-LE: Subescala de extremidades inferiores de la evaluación de Fugl- Meyer	33.313 +/- 0.602	33.625 +/- 0.500	0.313 +/- - 0.479	b 0.020*/ a 0.335	33.111 - 0.900	33.611 - 0.608	0.500 - 0.618	0.003*	--

	FMA-C: Sección de coordinación de evaluación motora Fugl-Meyer	6	6	--	--	6	6	--	--	--	
	FMA-B: Sección de equilibrio de evaluación motora de Fugl-Meyer	13.250 – 0.775	13.688 – 0.479	0.438 – 0.629	0.014*	13.056 – 0.873	13.722 – 0.461	0.667 – 0.686	0.001*	--	
Lai 2013	Escalas	GRUPO A			Δ	p	GRUPO B			Δ	p
		Línea de base	6 semanas	12 semanas			Línea de base	6 semanas	12 semanas		
	BBS: Escala de Balance de Berg	50.53(4.75)	53.87(3.56)	53.93(3.45)	--	<0.001*	46.47(9.98)	46.20(11.48)	50.67(8.19)	--	0.001*
	TUG: Timed Up and Go	9.54(3.52)	8.54(2.85)	11.27(6.33)	--	0.046*	14.07(8.35)	14.87(8.42)	11.27(6.33)	--	0.002*
	MFES: Escala de Eficacia de Caídas Modificada	131.13(6.56)	136(6.07)	133.4(7.41)	--	0.001*	114.67 (27.12)	116.4(27.89)	124.53(21.91)	--	0.033*
	UST: Prueba de postura Unipedal	31.80(18.39)	48.74(26.67)	54.87(45.46)	--	0.062.	18.87(22.35)	23.00(21.52)	38.33(36.82)	--	0.063
	XMSS: El sistema de medición de pasos de Xavix (PIE DERECHO)	1.01(0.44)	2.13(0.92)	2.04(0.65)	--	<0.001*	0.82(0.33)	1.15(0.58)	1.86(0.58)	--	<0.001*
	XMSS: El sistema de medición de pasos de Xavix (PIE IZQUIERDO)	1.06(0.44)	2.55(0.97)	2.21(0.65)	--	<0.001*	0.83(0.36)	1.04(0.44)	1.9(0.51)	--	<0.001*
Mirelma n 2016	Escalas	CONTROL			INTERVENCIÓN			RESULTADOS			
		Línea de base	Post intervención	6 meses de seguimiento	Línea de base	Post intervención	6 meses de seguimiento	valor p (Tiempo)	valor p(Subgrupo)		

	Velocidad habitual de la marcha caminando (m / seg)	0-99	1-07	1-05	1-00	1-06	1-05	<0-001	0-005
	Variabilidad de la velocidad de la marcha P caminar habitual (%)	5-21	4-83	5-23	5-24	4-71	4-91	0-011	0-003
	Negociación de obstáculos de velocidad de marcha (m / s)	0-94	1-00	0-98	0-95	1-02	0-98	<0-001	0-023
	Negociación de la velocidad de la marcha obstáculo de negociación (%)	16-62	15-97	14-84	16-78	13-92	13-90	<0-001	0-0203
	Distancia libre del obstáculo del pie al caminar (cm)	32-38	32-03	30-56	32-22	33-74	33-06	0-040	0-8443
	Prueba de caminata de 2 minutos (m)	124-53	128-48	124-47	124-46	132-49	126-77	<0-001	0-0782,3
	Batería de rendimiento de entrenamiento físico corto (SPPB) total	8-81	9-46	8-79	8-88	9-61	9-17	<0-001	0-054
	Silla SPPB aumento	2-04	2-43	2-15	2-07	2-37	2-18	<0-001	0-017
	SPPB balance	3-22	3-33	3-09	3-23	3-41	3-39	<0-001	0-0323
	SPPB Marcha	3-52	3-68	3-53	3-55	3-80	3-60	<0-001	0-2383
	Escala de Actividad Física para Ancianos (PASE)	101-7	95-8	103-6	102-8	102-2	106-1	0-281	0-410
	SF-36 Physical total	55-76	57-73	55-73	55-82	60-56	58-04	<0-001	0-008
	SF-36 Mental total	69-32	70-43	69-94	68-96	72-35	72-41	0-072	0-494
Panassol	Escalas	CONTROL			INTERVENCIÓN				

2017		Línea de base	Post intervención	Δ	p* (IC95%)	Línea de base	Post intervención	Δ	p* (IC95%)
	FIM	123,50	123,75	--	0,35	123,25	123,88	--	0,18
	POMA	21,50	27,63	--	0,003*	19,25	27,00	--	<0,00*
	ALCANCE	28,24	32,07	--	0,054	24,37	28,00	--	0,006*
	TUG	11,63	8,75	--	0,007	11,13	9,63	--	0,02
	TC6MIN	317,25	391,50	--	0,001*	279,75	321,75	--	0,003*
Pluchino 2012	Escalas	GRUPOS						Resultados	
		SBEP		Tai Chi		Wii- fit			
		Antes de la prueba	Post test	Antes de la prueba	Post test	Antes de la prueba	Post test	Tamaño del efecto (tiempo)	Tamaño del efecto (tiempo × grupo)
	TUG (s)	9.38 ± 1.86	9.38 ± 1.86	8.25 ± 1.8	8.25 ± 1.8	8.86 ± 1.76	7.71 ± 2.34	0.0105	0.044
	POMA(bal)	8.18 ± 2.44	15.63 ± 0.74	15.90 ± 0.30	16.00 ± 0.00	15.13 ± 1.46	15.13 ± 1.46	0.022	0.027
	POMA(marcha)	15.13 ± 2.10	15.13 ± 2.10	12.00 ± 0.00	12.00 ± 0.00	11,75 ± 1,16	11.95 ± 0.35	0.081	0.093
	FES	12.0 ± 2.6	12.0 ± 2.6	11.0 ± 1.4	11.2 ± 2.1	14.1 ± 10.2	11.3 ± 2.8	0.72	0.086
Singh 2011	Escalas	CONTROL			INTERVENCIÓN				
		Antes de la prueba	Post test	P	Antes de la prueba	Post test	P		

	PPA: Enfoque del perfil fisiológico de versión corta	1.99	1.34		0.012*	1.59		0.45		0.001*	
	ABC-6: Escala de equilibrio de actividad específica	66.39	72.41		0.076	68.61		77.50		0.013*	
Singh 2012	Escala	CONTROL		Δ	P	INTERVENCIÓN		Δ	P	Análisis de covarianza	
		Semana 0	Semana 6			Semana 0	Semana 6			Efecto de grupo	Efecto del tiempo
	ABC - 6 score	66.39 (13.05)	72.41 (12.67)	--	--	68.61 (12.21)	77.50 (10.94)	--	--	<0,01 (0,23) *	0,25 (0,02)
	PPA – score	1.99 (1.91)	1.34 (1.50)	--	--	1.59 (1.51)	1.59 (1.51)	--	--	<0,001 (0,43) *	0,18 (0,05)

